Actas del Noveno Congreso Nacional y
Primer Congreso Internacional Hispanoamericano de

Historia de la construcción

Segovia, 13 a 17 de octubre de 2015

Volumen I

Instituto Juan de Herrera
Escuela Técnica Superior
de Arquitectura de Madrid

Textos sobre Teoría e Historia de las Construcciones
Colección dirigida por Santiago Huerta

M. Arenillas et al. (Eds.). **Actas del V Congreso Nacional de Historia de la Construcción**

F. Bores et al. (Eds.). **Actas del II Congreso Nacional de Historia de la Construcción**

A. Casas et al. (Eds.). **Actas del I Congreso Nacional de Historia de la Construcción**

A. Choisy. **El arte de construir en Roma**

A. Choisy. **El arte de construir en Bizancio**

A. Choisy. **El arte de construir en Egipto**

A. Choisy. **Historia de la arquitectura** (en preparación)

I. J. Gil Crespo. (Ed.). **Historia, arquitectura y construcción fortificada**

J. Girón y S. Huerta. (Eds.) **Auguste Choisy (1841-1909). L'architecture et l'art de bâtir**

A. Graciani et al. (Eds.). **Actas del III Congreso Nacional de Historia de la Construcción**

R. Guastavino. **Escritos sobre la construcción cohesiva y su función en la arquitectura**

J. Heyman. **Análisis de estructuras: un estudio histórico**

J. Heyman. **El esqueleto de piedra. Mecánica de la arquitectura de fábrica**

J. Heyman. **La ciencia de las estructuras**

J. Heyman. **Teoría básica de estructuras**

J. Heyman. **Teoría, historia y restauración de estructuras de fábrica. 2 vols.**

J. Heyman. **Vigas y pórticos**

S. Huerta. **Arcos, bóvedas y cúpulas**

S. Huerta (Ed.). **Actas del IV Congreso Nacional de Historia de la Construcción**

S. Huerta et al. (Eds.). **Actas del VI Congreso Nacional de Historia de la Construcción**

S. Huerta et al. (Eds.). **Actas del VII Congreso Nacional de Historia de la Construcción**

S. Huerta y F. López Ulloa (Eds.). **Actas del VIII Congreso Nacional de Historia de la Construcción**

S. Huerta y P. Fuentes (Eds.). **Actas del I Congreso Int. Hispanoamericano de Historia de la Construcción**

S. Huerta (Ed.). **Las bóvedas de Guastavino en América**

S. Huerta (Ed.). **Essays in the History of the Theory of Structures, in Honour of Jacques Heyman**

S. Huerta (Ed.). **Proceedings of the 1st International Congress on Construction History**

J. Monasterio. **Nueva teórica sobre el empuje de las bóvedas** (en preparación)

J. R. Perronet. **La construcción de puentes en el siglo XVIII**

H. Straub. **Historia de la ingeniería de la construcción** (en preparación)

G. E. Street. **La arquitectura gótica en España**

H. Thunnissen. **Bóvedas: su construcción y empleo en la arquitectura**

A. Truñó. **Construcción de bóvedas tabicadas**

E. Viollet-le-Duc. **La construcción medieval**

R. Willis. **La construcción de las bóvedas en la Edad Media**

Actas del Noveno Congreso Nacional y
Primer Congreso Internacional Hispanoamericano de

Historia de la Construcción

Noveno Congreso Nacional y Primer Congreso Internacional Hispanoamericano de Historia de la Construcción. Segovia, 13 –17 octubre 2015

Organizado por

Sociedad Española de Historia de la Construcción
Instituto Juan de Herrera
Ayuntamiento de Segovia
Real Colegio de Artillería de Segovia
Archivo General Militar de Segovia
Real Academia de Historia y Arte de San Quirce

Presidente

José Antonio Ruiz Hernando

Director

Santiago Huerta

Comité Organizador

Alfredo Calosci
Paula Fuentes González
Ignacio Javier Gil Crespo
Rafael Hernando de la Cuerda
Fabián López Ulloa
Alba de Luis Fernández
Esther Redondo Martínez
Ana Rodríguez García
Fernando Vela Cossío

Comité Científico

Nacional

Antonio Almagro Gorbea
Miguel Arenillas Parra
Ricardo Aroca Hernández-Ros
José Calvo López
Pepa Cassinello
Manuel Durán Fuentes
Rafael García García
Francisco Javier Girón Sierra
José Luis González Moreno-Navarro
Amparo Graciani García
Santiago Huerta
Rafael Marín Sánchez
Gaspar Muñoz Cosme
Pedro Navascués Palacio
Enrique Nuere Matauco
Enrique Rabasa Díaz
Antonio Ruiz Hernando
Cristina Segura Graíño
Miguel Taín Guzmán
Fernando Vela Cossío
Arturo Zaragozá Catalán

Internacional

Bill Addis (Reino Unido)
Antonio Becchi (Italia)
Tamara Blanes (Cuba)
Dirk Bühler (Alemania)
Luis María Calvo (Argentina)
Antonio de las Casas Gómez (Chile)
Xavier Cortés Rocha (México)
Beatriz del Cueto (Puerto Rico)
Juan Ignacio del Cueto (México)
Andrés Gaviria Valenzuela (Colombia)
Ramón Gutiérrez (Argentina)
Benjamín Ibarra Sevilla (México, EE.UU.)
Ana Angélica López Ulloa (Ecuador)
Joao Mascarenhas Mateus (Portugal)
Mario Mendonça de Oliveira (Brasil)
Roberto Meli (México)
Sandra Negro Tua (Perú)
John Ochsendorf (EE.UU.)
María Isabel Sardón de Taboada (Perú)
Margareth Da Silva Pereira (Brasil)
Daniel Taboada Espinella (Cuba)

Actas del Noveno Congreso Nacional y
Primer Congreso Internacional Hispanoamericano de

Historia de la Construcción

Segovia, 13 – 17 de octubre de 2015

Edición a cargo de
Santiago Huerta
Paula Fuentes

Volumen I

Instituto Juan de Herrera
Escuela Técnica Superior
de Arquitectura de Madrid

Sociedad Española de
Historia de la
Construcción

Instituto
Juan de Herrera
Escuela Técnica Superior
de Arquitectura de Madrid









ISBN:978-84-9728-547-6 (Obra completa); ISBN: 978-84-9728-548-3 (Vol. I)
Depósito legal: M-29975-2015
Portada: Transporte del obelisco vaticano. N. Zabaglia. *Castelli e ponti.* Roma: 1743.
Fotocomposición e impresión: GRACEL

Índice

Volumen I

CONFERENCIAS

Nuere Matauco, Enrique. Reflexiones sobre la carpintería española 1

Cortés Rocha, Xavier. La construcción como ejercicio profesional en la Nueva España, en los siglos XVI al XVIII, y su relación con la metrópoli 19

Huerta, Santiago e Ignacio Javier Gil Crespo. Construyendo la Historia de la Construcción 41

COMUNICACIONES

Addis, Bill y Antoni Vilanova. El conjunto fabril de Ca l'Aranyó en Barcelona y sus orígenes ingleses 63

Alonso Ruiz, Begoña. El «normal entretenimiento» de la catedral de Segovia entre 1491 y 1509 75

Álvarez Altadill, Julio. Las propuestas no construidas de Viollet-le-Duc: reinterpretación objetiva y análisis de la estabilidad de la nave abovedada 85

Álvarez Ponce, Victor Emilio. El terremoto del 31 de mayo de 1970 y el estado peruano: mitigación de riesgos y el plan de reconstrucción urbana para las zonas afectadas por la catástrofe 95

Ampliato Briones, Antonio Luis y Juan Clemente Rodríguez Estévez. La iglesia de Santa María de Carmona. Hipótesis sobre su evolución tipológica y constructiva desde una perspectiva interdisciplinar 103

Anaya Díaz, Jesús. Transformaciones tipológicas de la ingeniería de la construcción americana y su influencia en la arquitectura europea. 1950-1975 115

Araus Ballesteros, Luis. El sitio de las inmundicias. Un proceso judicial por un patio entre casas en la Castilla del siglo XVI 125

Armetta , Antonella. Arcos, apoyos y «capialzati» sicilianos en el *Architetto Pratico* de Giovanni Amico (1750) 137

Arroyo Duarte, Silvia I. La construcción de las Casas Reales del sitio arqueológico de Panamá Viejo 147

Atienza Fuente, Javier. «Machinae»: el uso de ingenios mecánicos aplicados a la actividad constructiva en época romana 157

Avelar de Albuquerque, Vania. Conservação e restauração das bicas públicas de Olinda: São Pedro, Quatro Cantos e Rosário. Sistema colonial de abastecimento d'água 167

Barbera, Paola. Messina después del terremoto del 1908: nuevas técnicas y lenguajes antiguos 177

Bellido Pla, Rosa y Luis Hernández Blanco. El papel de los arquitectos funcionarios en la construcción decimonónica 189

Beltrán Fernández, María Ángeles; Julián García Muñoz y Emmanuel Dufrasnes. La casa Jacob I de Frank Lloyd Wright. Un hito en la arquitectura bioclimática 199

Benítez Hernández, Patricia y Mercedes Valiente López. Fray Lorenzo de San Nicolás: el caracol con ojo de solución no radial 211

Benito Pradillo, Mª Ángeles. Experimentación estructural de una catedral protogótica 221

Bernabé Collados, José Gabriel. Evolución constructiva del ensanche de Madrid. El periodo racionalista 233

Blanes Martín, Tamara. Las fortificaciones de los Antonelli en el Caribe Hispano. Aportes de la construcción defensiva primigenia en la región 241

Bortolotti de Oliveira, Carolina. La importancia de las imágenes publicadas en los periódicos y revistas del siglo XIX 251

Bueno Pozo, Verónica. Centro de Actividades Juveniles de Ermont, Francia. Jean Prouvé 259

Bühler, Dirk. Ingeniería e ingenieros: diseño y construcción del puente de Metlac, en México 269

Burgos Núñez, Antonio. Análisis estructural en el diseño de los primeros puentes metálicos del sudeste de España 279

Cabrera Aceves, Juan. El acueducto histórico de Valladolid, hoy Morelia, México. Nuevos acercamientos a su función hidráulica y estereotomía 289

Cacciavillani, Carlos Alberto y Claudio Mazzanti. La conoscenza delle tecniche costruttive alla fine del XIX secolo attraverso la ricerca d'archivio 301

Calvo, Luis María. Tecnologías y producción arquitectónica en una ciudad colonial 311

Camino Olea, María Soledad; María Ascensión Rodríguez Esteban y María Paz Sáez Pérez. Técnica de construcción en hierro (ss. XIX-XX): el sistema Polonceau. Construcciones singulares de Valladolid 321

Canseco Oliva, Darío y Cintia Olivia Sandi Copa. Sistema constructivo de la Torre del Príncipe del Castillo de La Glorieta 331

Cañas Palop, Cecilia. El Palacio de Don Pedro I y sus armaduras de cubiertas 341

Cárcamo Martínez, Joaquín. Jules Seguin en España: prefabricación e innovación en los puentes colgantes de Fuentidueña, Arganda, Carandia y Zaragoza construidos por el empresario francés 347

Carvajal Alcaide, Rocío. La iglesia del monasterio jerónimo de Santa Catalina en Talavera de la Reina. Piezas singulares de cantería documentadas en la tratadística española 357

Cassinello, Pepa. La efímera estabilidad de las cúpulas de hielo, siglos XVIII y XIX 367

Castillo Barranco, Juan Carlos y Germán Rodríguez Martín. Las tomas del acueducto de Segovia 375

Cecamore, Stefano. La costruzione in pietra. Analisi delle principali tipologie murarie dell'Aquila tra XII e XVIII secolo 387

Cejudo Collera, Mónica. La bóveda Maya, ¿una falsa bóveda? 397

Chamorro Trenado, Miguel Ángel; Jordi Salvat Comas y Sonia Puig Aguilera. Est unicum: la iglesia de San Julián de Vallfogona de Ripollès 407

Chaves de Souza, Celma y Rebeca Dias Rodrigues. La modernización constructiva en Belém, Pará, Brasil, en las primeras décadas del siglo XX 415

Chiovelli, Renzo y Annalisa Ruggeri. Catalogación y estudio cronológico de los rejuntados y alisados de las juntas en los paramentos históricos del centro de Italia. Un primer estudio 427

Cislaghi Juber, Anabella Elizabeth y Nicolás Adriel Barboza Dri. Epístolas para el Obelisco. Discusiones sobre la técnica constructiva para el monumento de Buenos Aires en la década de 1930 439

Cobos Rodríguez, Luis M.; Esperanza Mata Almonte y Consuelo Prados Roa. De torre medieval a patrimonio recuperado: el castillo-palacio de los Ribera (Bornos, Cádiz) 449

Coca Leicher, José de. Al límite de la tradición. La arquitectura moderna en las bóvedas tabicadas de la Feria del Campo, Madrid 1950 461

Compte Guerrero, Florencio. El aporte naval y de los carpinteros de ribera en la arquitectura tradicional de Guayaquil 471

Cortés Meseguer, Luis; José Pardo Conejero; Andrés Sánchez Torres y Santiago Tormo Esteve. La carpintería de lo blanco en la Castilla valenciana: el ejemplo de San Bartolomé de Requena 481

Cortés Rocha, Xavier. Las torres de la catedral de México. La obra de José Damián Ortiz de Castro 491

Crespo Delgado, Daniel. El acueducto de Segovia en el siglo XIX y principios del XX. Obra pública y monumento histórico 501

Cueto, Beatriz del. Los mosaicos hidráulicos y los bloques de concreto en el trópico caribeño: su origen, historia y conservación 509

D'Alençon Castrillón, Renato y Francisco Prado García. Construcción en madera maciza en el sur de Chile: un sistema constructivo excepcional en peligro de extinción 521

Díaz, César; Còssima Cornadó y Sara Vima. El uso del hormigón armado en los sistemas estructurales de los edificios residenciales modernos del Área Metropolitana de Barcelona 531

Domínguez Burrieza, Francisco Javier. Construcción de armaduras de cubierta en la arquitectura industrial española: el caso de Valladolid (1850-1936) 541

Durán Fuentes, Manuel. Los mecanismos hidráulicos romanos. Hipótesis sobre la luminaria del Faro de Brigantium y el comedor giratorio de la Domus Aurea de Nerón 551

Escobar González, Ana M. Muros de fábrica en las torres medievales de la arquitectura civil de Segovia 561

Esponda Cascajares, Mariana e Ignacio Javier Gil Crespo. Tecnología constructiva de las cabañas de madera (log-houses) en las Laurentides (Quebec, Canadá) 573

Etxepare Igiñiz, Lauren; Iñigo Lizundia Uranga; Maialen Sagarna Aranburu y Eneko Uranga Santamaría. Las torres de Bidebieta en San Sebastián (1962-1966). Un avance de altura para la construcción de la vivienda pública 585

Volumen II

Fernández Cabo, Miguel Carlos y José Alonso. Breves comentarios sobre técnicas y herramientas en la carpintería de armar tradicional 593

Fernández Solla, Ignacio. Del *storefront* al *curtain wall*. Orígenes tecnológicos de la fachada acristalada 603

Ferrer Forés, Jaime J. La construcción de la arquitectura de Ralph Erskine 615

Flores Sasso, Virginia. El tardogótico castellano en la arquitectura eclesiástica del siglo XVI en La Española 627

Flórez de la Colina, Mª Aurora. Proyecto para la restauración del Monasterio del Parral (Segovia) de Eladio Laredo (1917) 637

Font Arellano, Juana. El dominio del clima a través de la construcción tradicional. Trébedes y glorias de Castilla y León 647

Frechilla Alonso, Noelia y Mª Almudena Frechilla Alonso. Tecnología y sostenibilidad en la ingeniería española de la Ilustración: el Canal de Castilla 657

Galindo Díaz, Jorge; Hernando Vargas Caicedo y Ricardo Tolosa Correa. Candela en Cali: seis proyectos de Félix Candela en la ciudad de Cali, Colombia (1958-1961) 667

García Baño, Ricardo. Un modelo de bóveda tardogótica con terceletes combados. Las conexiones entre los ámbitos riojano y conquense 681

García Cuetos, Mónica. El depósito de aguas de Llanes, Asturias. La primera obra de importancia en hormigón armado sistema Hennebique de José Eugenio Ribera 691

García García, Rafael. Paraboloides hiperbólicos en España. Las aplicaciones industriales 699

García Moreno, Leticia. Diseño preestablecido de las estructuras de hormigón armado en la primera mitad del siglo XX. La obra de Luis Tolosa Amilibia, 1928-1956 711

Genin, Soraya Monteiro. Bóvedas de nervios compuestos. *Crucerías a lo romano* del Convento de Cristo de Tomar 719

Gilabert Sansalvador, Laura y Gaspar Muñoz Cosme. Análisis de las bóvedas mayas de la Acrópolis de La Blanca (Petén, Guatemala) 729

González Bravo, Raúl. Láminas de celosía: innovación tecnológica y prefabricación 739

González Gilarranz, María del Mar y Germán Segura García. Fuentes para la Historia de la Construcción en el Archivo General Militar de Segovia 749

Graciani García, Amparo. Materiales cerámicos de incrustación parietal en el Próximo Oriente. Derivaciones ornamentales y funcionales hacia los *clavi coctiles* 761

Guerrero Baca, Luis Fernando. Construcción tradicional de muros de tapia en México y Ecuador 771

Gutlich, George Rembrandt y Benedito Assagra Ribas de Mello. Arquitectura sacra colonial en el Vale do Paraíba: estudio morfológico de las adaptaciones 781

Hernando de la Cuerda, Rafael y Ana Rodríguez García. La colaboración de Fernando García Mercadal y Carlos Fernández Casado en el Hospital de Zaragoza 1947-1955 791

Herrero García, Estefanía y Miguel Ángel Martín Blanco. Hipótesis del sistema constructivo de la muralla de la repoblación cristiana de la ciudad de Segovia 801

Hinarejos Martín, Nuria. El ingeniero Juan Manuel de la Cruz y su aportación a la Arquitectura Militar en el sistema de defensas de Puerto Rico 811

Hoyos Alonso, Julián. Las reformas arquitectónicas del siglo XVI en la iglesia de San Francisco de Palencia 821

Huchim Herrera, José y Lourdes Toscano Hernández. Arquitectura Puuc: sistemas constructivos y restauración 831

Hurtado-Valdez, Pedro. Criterios de sismo-resistencia y cálculo tradicional de estructuras en la arquitectura limeña del siglo XVII 841

Iborra Bernad, Federico. La presencia de algunas técnicas constructivas romanas en la Valencia del siglo XVI: ¿reinvención o recuperación arqueológica? 853

Jiménez Jiménez, Jorge Francisco. Rafael Aburto y el Grupo José Antonio de Quintanar de la Orden. La utilización de la bóveda tabicada como alternativa constructiva 863

Jorquera Silva, Natalia; María de la Luz Lobos Martínez y Carla Farfán Becerra. Evolución de las características constructivas y estructurales de la arquitectura de Santiago de Chile entre los siglos XVI y XIX. En la búsqueda de un comportamiento sismorresistente 875

La Spina, Vincenzina. La técnica constructiva de los revestimientos exteriores de yeso en la tratadística y manuales desde 1639 a 1939 887

Lasheras Salgado, Raquel; Javier Ortega Vidal y Pablo Álvarez Blanco. La cúpula del Palacio de las Artes y la Industria: geometría y construcción 897

Llopis Pulido, Verónica; Adolfo Alonso-Durá; Arturo Martínez Boquera y Luis de Mazarredo Aznar. Estructura y equilibrio del Cimborrio de la Catedral de Valencia 907

Lluis i Ginovart, Josep; Agustí Costa i Jover; Sergio Coll Pla y Mónica López Piquer. Las figuras oblongas y la forma de herradura en los ingenieros militares. El Fuerte de San Jorge de Alfama (1724-1792) 917

López Carmona, Fernando y Agustín Hernández Hernández. Análisis de elementos paradigmáticos del Ex Templo de Santa Teresa la Antigua de la Ciudad de México 927

López Mozo, Ana; Rafael Martín Talaverano y Alberto Sanjurjo Álvarez. Rasgos europeos en las bóvedas tardogóticas españolas. Casos relevantes 937

López Romero, María y Vicente López Bernal. Las aristas en «espiga» de las bóvedas sin cimbra de Extremadura 949

López Ulloa, Ana Angélica. La Historia de la Construcción o la Construcción de la Historia 959

López Ulloa, Fabián S. San Francisco de Quito, la construcción de la ciudad colonial española 967

Maira Vidal, Rocío. De Ávila a las Huelgas: la evolución de la construcción gótica en las bóvedas sexpartitas españolas 977

Marín Palma, Ana Mª. Eladio Dieste en el Corredor del Henares 989

Marrero Cordero, Alain. La arquitectura tabacalera en La Habana. Las fábricas palaciegas (ss. XIX-XX) 999

Martín García, Mariano y Anabel Córdoba Cruz. Arquitectura neoclásica en el arzobispado de Granada. A propósito de la iglesia de la Encarnación de Montefrío 1011

Martínez Montero, Jorge. El arquitecto Francisco Blanch y Pons y el proyecto del observatorio meteorológico en el torreón sudeste del Palacio de los Guzmanes, León 1021

Martínez Rodríguez, María Angélica y Joaquín Lorda Iñarra. Diseño y construcción de la Catedral de Durango en México 1031

Mas Sarabia, Vivian. Colegio Universitario San Gerónimo de La Habana: nexo entre historia, cultura y patrimonio 1041

Meli Piralla, Roberto y Natalia García Gómez. Evolución de la estructura de los templos monásticos novohispanos del siglo XVI 1051

Melo Miranda, Selma. La construcción del espacio religioso en Minas Gerais en el siglo XVIII 1063

Mencías Carrizosa, David. Construcción y equilibrio de las ruinas de la ermita de la Virgen de los Llanos de Hontoba 1073

Mendoza, Vandari M.. Evidencias de saberes compartidos. Las patentes de invención como fuente para la Historia de la Construcción y testimonio de los intercambios técnicos ocurridos entre México y España, 1890-1910 1083

Merino de Cos, Rafael. Los ingenieros arquitectos, Mariano Carderera Ponzán y el puente de Redondela 1091

Monteros Cueva, Karina. El bahareque como uno de los sistemas constructivos utilizados en las misiones jesuitas en el siglo XVII 1105

Mora Alonso-Muñoyerro, Susana y Pablo Fernández Cueto. El revestimiento y la ornamentación como medio de protección de la construcción pobre en nuestros monumentos árabes: la Alhambra de Granada 1113

Mora Vicente, Gregorio Manuel y José María Guerrero Vega. Traza y proceso constructivo de la capilla de la Jura de Jerez de la Frontera 1121

Moreno Moreno, Isabel. Aportaciones de la construcción militar a la arquitectura residencial del periodo de desarrollo 1133

Morera Cortés, María Fernanda y Rosa Elena Malavassi Aguilar. El edificio Pirie-Casa de la Ciudad de Cartago, Costa Rica. Sus materiales y sistemas constructivos 1141

Müller, Luis. En busca de un nuevo orden. Las bóvedas cáscara de Amancio Williams como sistema de techos altos 1151

Muñoz Domínguez, José y Juan Félix Sánchez Sancho. El acueducto de La Corredera. Abastecimiento de agua potable en Béjar entre los siglos XV y XIX 1163

Muñoz Fernández, Francisco Javier. Las revistas profesionales como fuentes para la historia de la construcción: el ejemplo de las publicaciones bilbaínas (1922-1936) 1175

Muñoz Rebollo, Gabriel. Puente colgante de San Miguel, en Huesca, pionero del hormigón armado y joya modernista de 1912 1185

Negro, Sandra y Samuel Amorós. Opulencia y fatalidad en San Agustín de Saña en el Perú, siglos XVII al presente 1195

Nobile, Marco Rosario. Volte a spigolo nervate nella Sicilia orientale tra XVI e primo XVII secolo 1205

Volumen III

Nuere Matauco, Enrique. Carpintería ¿mudéjar? Castilla y León crisol de culturas 1215

Oliveira, Mário Mendonça de. Reflexiones sobre la enseñanza politécnica y la ingeniería civil en el Brasil 1227

Olórtegui del Castillo, Tanith. Construcciones tradicionales indígenas de la Amazonía Suroccidental Sudamericana 1239

Ordaz Tamayo, Marisol e Ignacio Bojórquez Carvajal. La bóveda de rollizos de las iglesias coloniales de Yucatán 1249

Ortiz Colom, Jorge. La carretera de Cayey a Arroyo por Guayama 1259

Palacios Gonzalo, José Carlos y Pablo Moreno Dopazo. La construcción de la bóveda de crucería por Rodrigo Gil 1269

Palomares Alarcón, Sheila. Joaquín Rucoba: pasado y presente en la construcción del Mercado de las Atarazanas de Málaga 1279

Peñalver Martínez, María Jesús; Juan Francisco Maciá Sánchez y Gema Ramírez Pacheco. Puesta en obra de la fábrica de sillería de las obras portuarias del siglo XVIII: el Real Arsenal de Cartagena 1287

Peralta González, Claudia. Arquitectura tradicional rural de madera: casas de hacienda cacaotera del área de Vinces, Ecuador (1880 – 1920) 1299

Pérez de la Cruz, Francisco Javier y Arturo Trapote Jaume. Aprovechamiento del agua en una zona semiárida en el siglo XIX. El sistema de captación de aguas de Perín 1311

Pérez-Sánchez, Juan Carlos; Beatriz Piedecausa-García; Vicente Raúl Pérez-Sánchez y Raúl Tomás Mora-García. La construcción de sistemas abovedados en la iglesia de Santiago Apóstol de Albatera (Alicante) 1319

Pinilla Melo, Javier; Javier Larrea Arina; Francisco Esteban Aguado; Francisco Arques Soler y David Sanz Arauz. Los laboratorios de El Encín, ejemplo de los hormigones flexibles de Miguel Fisac 1327

Pinto Puerto, Francisco y Roque Angulo Fornos. Decisiones constructivas en la ejecución de la Capilla de la Antigua de la Catedral de Sevilla. Estudio a través de modelos gráficos 1337

Planelles Salvans, Jordi y Mariona Genís Vinyals. Las viviendas de «quadra» en las colonias industriales textiles catalanas de la segunda mitad del s. XIX. Un tipo funcional y constructivo basado en las estructuras fabriles 1349

Posada Vique, Perla Sonia. Geometría y estabilidad de construcciones franciscanas del siglo XVI en el estado de Morelos. Casos de estudio: Temimilcingo, Las Bóvedas y Tlaquiltenango 1359

Prada Llorente, Esther Isabel. Arquitectura tradicional y bienes comunales en la frontera hispanoportuguesa 1369

Prieto Vicioso, Esteban. Influencia española en la vivienda tradicional dominicana 1377

Quevedo Rojas, Carlos. Análisis constructivo y criterios de intervención en el castillo medieval de Matrera (Villamartín, Cádiz) 1387

Rabasa Díaz, Enrique; Miguel Ángel Alonso Rodríguez y Elena Pliego de Andrés. Trazado de bóvedas en las fuentes primarias del tardogótico: configuración tridimensional 1399

Redondo Cantera, María José. La torre de la iglesia parroquial de Santa María en Colmenar de Oreja (Madrid) y el *taccuino* de un maestro de cantería en el primer tercio del siglo XVII 1409

Redondo Martínez, Esther. El sistema de cubiertas Madurell y su aplicación en los talleres del periódico ABC de Madrid 1421

Rey Rodríguez, Gina. Las construcciones cuentan su historia: ciudades, poblados y caseríos de Cuba, siglos XVI al XIX 1433

Rezende, Marco Antônio Penido de. Una página olvidada en la historia de la construcción brasileña: la introducción de la estructura metálica soldada 1443

Rodrigues Secco, Gustavo; Valdirene do Carmo Ambiel y Marina Martin Barbosa. Cuartel Tabatinguera. Estudio de las técnicas constructivas paulistas 1451

Rodríguez Licea, Minerva. El uso del tapial en la arquitectura de las haciendas de Tlaxcala, México 1461

Román Kalisch, Manuel Arturo. Casas de concreto armado: una innovación tecnológica en los albores del siglo XX en Yucatán, México 1471

Romay Prevosti, Carola y Daniel Primucci Firpo. Las primeras aplicaciones del cemento armado en la producción arquitectónica del Uruguay 1481

Romero Medina, Raúl y Manuel Romero Bejarano. Datos para la Historia de la Construcción en Castilla en el siglo XVIII. El caso de las obras de la Colegiata de Medinaceli 1493

Romero de la Osa Fernández, Omar y María Carretero Fernández. Crónicas de un no-monumento. La recuperación de la técnica y el espacio doméstico bajomedieval de Aracena (Huelva) 1501

Rotaeche Gallano, Miguel. Maestros de obras, aparejadores, alarifes, arquitectos e ingenieros en la España del siglo XVIII 1511

Rovira, Pedro. La construcción de las artes aplicadas en la arquitectura modernista: protagonismo de los oficios, los gremios y los artesanos en la ejecución material de obras arquitectónicas modernistas 1521

Ruano Hernansanz, Miguel Ángel. Problemática de la autenticidad material en la restauración de la arquitectura del s. XX. Estudio de las ampliaciones e intervenciones en el Real Club Náutico de San Sebastián desde 1929 a 2015 1531

Sainz Esteban, Alicia. Sistema constructivo de las murallas en las comunidades de Villa y Tierra. Los casos de Coca, Cuéllar y Montejo (Segovia) 1541

Salcedo Galera, Macarena y José Calvo López. «Los primeros lunetos en cantería de los tiempos modernos»: sobre la bóveda de la cripta del Palacio de Carlos V en Granada 1551

Sánchez Ramírez, Abraham Roberto. Construcción y rehabilitación estructural de la arquería mayor del acueducto del padre Tembleque (siglo XVI) 1561

Sanz Belloso, José Carlos y Luis Alberto Martín de Frutos. El sistema hidráulico de los jardines medievales de San Miguel de Pedraza (Segovia) 1571

Sardón de Taboada, María Isabel y Rafael Zeballos Lozada. La arquitectura republicana de madera de la costa de Arequipa, Perú 1581

Scaletti Cárdenas, Adriana. «…haviendo reconocido su fábrica de adovería y telares... »: la casa Riva-Agüero (Lima, Perú - siglo XVIII) 1591

Senent-Domínguez, Rosa. Las bóvedas tardogóticas de la girola de la catedral de Segovia 1603

Serafini, Lucia. Costruire in Italia nell'Ottocento. Regola d'arte e pratica di cantiere 1615

Serra Masdeu, Anna Isabel. Errores de cálculo y de construcción según las visuras de las iglesias parroquiales tarraconenses en el siglo XVIII 1625

Serrano García, Débora y José Antonio Ruiz de la Rosa. Las fábricas inconclusas como fuente de conocimiento. La cabecera tardogótica de la iglesia de Martín Muñoz de las Posadas (Segovia) 1633

Soler Estrela, Alba y Rafael Soler Verdú. Carpintería de armar: alfarjes medievales. Metodología de estudio 1643

Soto Zamora, Miguel Ángel; Gerardo Araiza Garaygordobil y Edén Isaías Vizcaíno Hernández. Análisis geométrico y estereotómico de los puentes en el Camino Real de Tierra Adentro (UNESCO 2010) mediante la utilización de fotogrametría digital de corto rango 1653

Souto Blázquez, Gonzalo. Los protagonistas del desarrollo inicial de las fachadas ventiladas: investigadores e institutos tecnológicos 1665

Tarrío Alonso, Isabel. Los arbotantes en el sistema de contrarresto de construcciones medievales: teorías sobre su comportamiento estructural 1675

Tello Peón, Berta E. La tecnología al servicio de la comunicación: el ferrocarril México-Veracruz 1687

Torres Gilles, Claudia y Sandro Maino Ansaldo. Evolución de los sistemas constructivos en la arquitectura escolar chilena del siglo XX 1693

Uribe Ángeles, Adriana. Tecnología constructiva del chacuaco en las haciendas azucareras. Cuatro casos de estudio de la región oriente del estado de Morelos 1703

Valdivieso Sánchez, Enrique y Francisco González Yunta. Arquitectura ecléctica residencial en la Ciudad de La Habana (municipios de Habana Vieja y Centro Habana) entre 1900 y 1930. Fuentes documentales 1715

Vale, Clara Pimenta do. «Biblioteca de Instrução Profissional» como fuente para la Historia de la Construcción del siglo XX 1727

Vargas Matías, Sergio Arturo. Historia de la historia de la casafuerte de San Fernando de Cordova 1739

Vasallo Toranzo, Luis. El «prometido» en las subastas a la baja de contratos de obras durante el siglo XVI 1749

Vela Cossío, Fernando. Aparejos mixtos en el primitivo conjunto de San Jerónimo en La Antigua Guatemala 1757

Velazco Gómez, Mynerva Modesta. El sistema abaluartado en América 1763

Verdejo Gimeno, Pedro y Gracia López Patiño. El sistema constructivo de las viviendas ferroviarias. Hacia la economía y optimización constructiva 1771

Wendland, David; María Aranda Alonso y María José Ventas Sierra. El corte de la piedra en bóvedas tardogóticas complejas a la luz de los primeros tratados modernos de estereotomía 1781

Zaragozá Catalán, Arturo y Rafael Marín Sánchez. El monasterio de San Jerónimo de Cotalba (Valencia). Un laboratorio de técnicas de albañilería (ss. XIV-XVI) 1793

Conferencias

Reflexiones sobre la carpintería española

Enrique Nuere Matauco

Antecedentes

Hasta la mitad de mi vida mi trabajo nada tenía que ver con la investigación histórica, proyectaba y construía edificios como cualquier arquitecto. Pero un buen día una inesperada visita desencadenó una serie de acontecimientos que acabarían dando un giro de 180º a mi actividad profesional.

Mi relación con la madera

Es cierto que una serie de circunstancias me habían predispuesto a apreciar la madera, especialmente un año y medio de trabajo en Alemania mientras acababa mis estudios de arquitectura, y sobre todo la posibilidad de rehabilitar una casa de mi mujer en la ladera segoviana de la sierra de Guadarrama, lo que me hizo pasar muchas horas de charla con una familia de carpinteros, de los de armar, de los que aprendí cuestiones elementales de la madera, de las que jamás me habían hablado en la escuela de arquitectura.

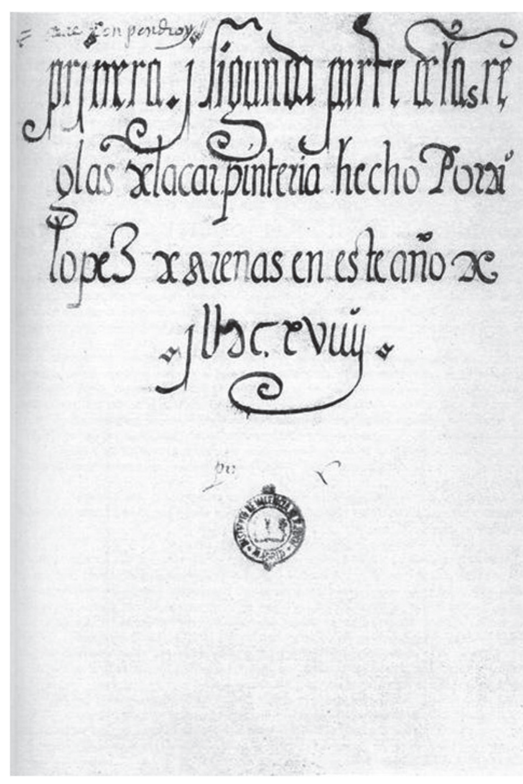
Pronto tuve ocasión de poder realizar una casa de madera, para cuya prefabricación había preparado unos detallados planos, tal como aprendí de los concienzudos alemanes. Pero mis amigos carpinteros me veían demasiado joven e inexperto como para confiar en unos planos, que a saber cuántos errores contenían. Naturalmente tuve que oír la manida frase «el papel lo aguanta todo, pero la obra es otra cosa muy distinta». Y la «prefabricación» se hizo in situ, a 80 km del taller, sin contar con las adecuadas herramientas, etc. etc. Aquello no llegó a ser un desastre pero poco le faltó.

En los setenta, había hecho una pequeña reforma doméstica a unos amigos, usando madera y tableros, algo que en aquellos años aun no era habitual en nuestro país, y casualmente un cuñado de mi amiga, consejero delegado de Alena, (la mayor fábrica de tablero contrachapado que entonces había en España), quien esperaba la vuelta de Estados Unidos de uno de sus ingenieros, con quien pretendía poner en marcha un programa de fabricación de casas a la americana, que potenciara la venta no sólo de sus tableros contrachapados, sino también los de la nueva fábrica de tablero aglomerado que acaban de inaugurar en Cuellar, y como para el proyecto necesitaban un arquitecto, le pareció buena idea escoger uno que había comprobado que estaba acostumbrado a manejarla.

En aquella ocasión tuve que aprender toda la técnica americana de construcción de viviendas unifamiliares, y cuando ya teníamos varios prototipos dispuestos para su construcción, llegó inesperadamente la independencia de Guinea, Alena perdió todas sus explotaciones, y tan sólo dos años después se arruinó y desapareció. Naturalmente aquellas casas no se construyeron, pero aprovechando la ocasión, había comprado todos los tableros necesarios para realizar el proyecto de mi segunda residencia segoviana, que inicialmente había pensado fuera enteramente de madera, pero como mi idea era la de auto construirla, una vez evaluadas las posibilidades reales de conse-



Figura 1
Esta es mi segunda residencia en la vertiente segoviana de la sierra de Guadarrama, donde llevo a cabo mis trabajos de carpintería



primera. y segunda parte de las re
glas de la carpinteria hecho Por di
lopez de arenas en este año de

Figura 2
Libro que contiene el facsímil del primer manuscrito sobre la carpintería de lo blanco, escrito por Diego López de Arenas en 1619. La edición realizada por Gómez-Moreno fue de tan sólo 500 ejemplares, lo que no ayudó a su posible difusión

guirlo, sensatamente cambié el proyecto a uno de muros y forjados tradicionales que hicieron albañiles, proporcionándome una cascara que me permitiera terminar el trabajo protegido de las inclemencias del tiempo, sin prisas, en los ratos libres disponibles. (figura 1) La casa aun la estoy terminando…

Lo más importante de aquella experiencia fue que aparte de lo que aprendí enfrentándome a la madera, pude disponer de un taller propio con auténticas máquinas industriales con las que poder acometer cualquier trabajo por complejo que fuera, y ese taller finalmente tuvo un papel crucial en los acontecimientos que dieron el radical cambio que he mencionado de mi vida profesional.

Como acabo de mencionar, creo que fue en torno a 1979 cuando todo empezó, y el papel que jugó mi taller carpintero fue el de llamar la atención del entonces director del Museo Nacional de Arte Hispanomusulmán, quien por circunstancias que no hacen al caso llegó una tarde a mi casa de la mano de mi suegro.

Hacia uno o dos meses que una de las hijas de Gómez-Moreno me había regalado el facsímil del manuscrito de López de Arenas publicado por su padre pocos años antes de morir, (figura 2) y que mejor ocasión que aquella inesperada visita, para ver si un experto en arte islámico podía aclararme algo de aquel críptico manuscrito.

Y tan sólo me aclaró una cosa, pero tan absurda que no consiguió convencerme. Pasó un tiempo y el mencionado director tenía un problema en el museo que estaba instalando: su arquitecto se negaba a colocar una de las armaduras de la iglesia del convento de la Merced, que fueron desmontadas tras nuestra guerra civil al instalar en dicho convento el Gobierno Militar de la región correspondiente, y se acordó del arquitecto que había conocido en la vertiente segoviana de la sierra madrileña, que trabajaba la madera y además conocía el manuscrito de López de Arenas sobre la carpintería de lo blanco y pensó que esa persona tal vez pudiera resolverle su problema.

El manuscrito cobraba un importante valor, ya que en el fondo allí estarían las reglas a conocer para abordar aquel potencial trabajo, pero su sentido seguía siendo demasiado enrevesado para sacar conclu-

ARQUITECTURA

ÓRGANO DEL COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS DE MADRID

AÑO XIV-NÚMS. 161 Y 62 MADRID - ANTONIO MAURA, 12 SEPTBRE. Y OCTUBRE 1932

LA CARPINTERIA HISPANO-MUSULMANA

POR D. ANTONIO PRIETO VIVES, ING.

La organización constructiva de una armadura, según la tradición dejada en España por los artistas musulmanes, era totalmente distinta de la actual.

Hoy separamos las funciones de resistencia y de cubierta, dedicando a la primera órganos especiales (formas o cerchas) que sirven de apoyo a una cuadrícula de piezas (correas y cabios) con las que se consigue reducir los vanos a dimensiones adecuadas, según los elementos que han de servir de cubierta, todo ello sin pretensiones decorativas.

Nada de esto ocurría entonces: las distintas funciones se cumplían indistintamente por unos mismos órganos, y la construcción entera formaba un conjunto en el que todo contribuía a la vez a todos los fines, y así la armadura fiaba su resistencia, no a un corto número de elementos

Arenas y lo que sobre ello puede restituirse es suficiente para salvar lo más importante del método.

Diego López de Arenas publicó en Sevilla en 1633 un libro titulado *Carpintería de lo Blanco y Tratado de Alarifes,* del que sólo la primera parte nos interesa (1). Además, por azar afortunado, se conserva el manuscrito oiginal de este libo, y autorizado para la impresión, que permite corregir los errores de que ésta adolece, no sólo en el texto, sino en las figuras (2). Más aún: contamos con otro manuscrito anterior, mezcla de libro de Memorias y de primer intento de redacción, que, si bien resulta bastante más desaliñado que el libro impreso, es, en cambio, mucho más completo, por contener infinidad de detalles importantísimos que el autor pensó después, sin duda por cautela, reservar (3).

Figura 3
El artículo que Prieto y Vives publicó en 1932 en la revista del Colegio de Arquitectos de Madrid, me introdujo en el mundo de la carpintería de lazo, hasta entonces totalmente ignorado por mí

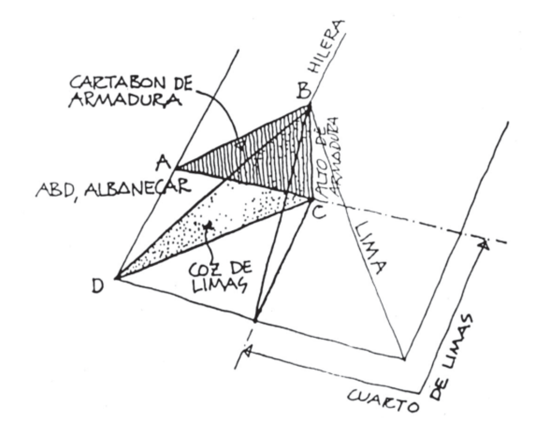


Figura 4
La relación existente entre los tres cartabones que usaban los carpinteros para construir sus armaduras de cubierta, fue lo que posibilitó el previo diseño de los faldones, algo imprescindible para que la carpintería de lazo se pudiera llevar a cabo con enorme facilidad

siones prácticas. Al menos, el texto de D. Manuel incluía una cita a pie de página que hacía referencia a un artículo sobre la carpintería hispano musulmana de Antonio Prieto y Vives, publicado en 1932 en la revista del Colegio de Arquitectos de Madrid, y cuyo texto aclaraba todo lo suficiente como para poder enfrentarme al trabajo (figura 3).

Eso me tranquilizó enormemente, y ya sin el agobio de tener que entender aquel manuscrito, me entretuve viendo algunos aspectos del mismo que parecían tener sentido. Lo sorprendente es que empecé a descubrir que la transcripción de Gómez-Moreno era incompleta, en un caso concreto suprimía parte del texto alegando su intrascendencia, y sin embargo, lo suprimido invalidaba su razonamiento. A mi modesto entender, los inexistentes signos de puntuación que D. Manuel añadió en la transcripción, en ocasiones cambiaban el sentido del manuscrito, y eso me hizo revisar una parte concreta del texto original del que se deducía algo muy simple, y que tenía enorme sentido: la relación entre los tres cartabones de armadura (figura 4), clave que hizo posible la incorporación de la lacería a las estructuras de nuestros carpinteros medievales.

Al descubrir ese detalle cité al director granadino que a la sazón se encontraba en Madrid para contarle lo que había descubierto, y al terminar mi exposición, que él pareció entender, reaccionó con cierto asombro de que algo tan simple no lo hubiera descubierto Gómez-Moreno. Mi explicación fue elemental: era imposible de que lo D. Manuel lo pudiera entender, pues no sólo había mal interpretado el texto, sino que había ignorado completamente el dibujo que lo aclaraba, y además, el texto que en su transcripción había eliminado por considerarlo intrascendente, aun evidenciaba más el error de D. Manuel

Eso cambió la opinión de mi interlocutor, y mientras me daba la espalda y se alejaba le oí decir: «Pues yo me quedo con D. Manuel». Eso podía poner en peligro el prometido y atractivo encargo, y algo debería hacer para subsanar la incómoda situación surgida.

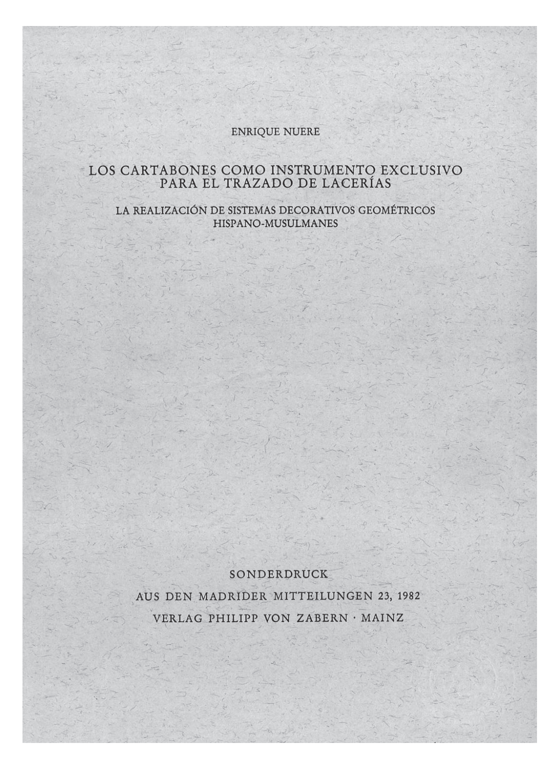
Como para tratar de entender algo más del manuscrito me había fabricado unos juegos de cartabones de metacrilato, se me ocurrió que podría mostrarle la posibilidad de trazar ruedas de lazo usando los cartabones, algo que sin necesidad de conocer la forma ortodoxa de hacerlo siempre es posible, y le invité a otra comida serrana en la primera ocasión que estuviera de nuevo en Madrid, lo que aceptó encantado diciéndome que eso le interesaba enormemente.

Pero llegado el día en cuestión, su anfitrión, me llamó media hora antes de servir la mesa para decirme «que nuestro común amigo tenía cosas más importantes que hacer y que no podía perder el tiempo

acudiendo a la cita» comentario que a mi mujer no le sentó excesivamente bien, por lo que me prohibió que le explicara más cosas al tal personaje.

Mi problema fue que para entonces ya había transcrito una buena parte del manuscrito, y había descubierto más lagunas en lo publicado por Gómez-Moreno, por lo que pensé en completar la transcripción, y paso a paso, con la ayuda del glosario preparado por Mariátegui, en la tercera edición del libro impreso de López de Arenas, revisado y ampliado por D. Manuel en su edición facsímil del manuscrito, pero sobre todo con la ayuda de los textos de Prieto y Vives, pude ir desentrañando sus dibujos mucho más sugerentes que el tosco texto que intentaba explicarlos, propio de un personaje cuyas dotes didácticas dejaban mucho que desear.

Pero sus dibujos, especialmente en los trazos auxiliares realizados con punta seca, en algunos casos apenas perceptibles, dejaban traslucir su buen oficio, completando lo que sus explicaciones eran incapaces de expresar, y página a página, sin pasar a la siguiente hasta que la anterior estuviera convincentemente entendida, discurrió el mes de agosto hasta dejar todo el manuscrito inteligible.


ENRIQUE NUERE

LOS CARTABONES COMO INSTRUMENTO EXCLUSIVO
PARA EL TRAZADO DE LACERÍAS

LA REALIZACIÓN DE SISTEMAS DECORATIVOS GEOMÉTRICOS
HISPANO-MUSULMANES

SONDERDRUCK
AUS DEN MADRIDER MITTEILUNGEN 23, 1982
VERLAG PHILIPP VON ZABERN · MAINZ

Figura 5
Sorprendentemente mi primera publicación tuvo lugar en Alemania

Sucesos encadenados

La primera casualidad que iba a influir en todo lo que después sucedió fue una vista a mi suegro del Dr. Winkelmann, entonces director del Instituto Arqueológico de Bonn, a quien tuve ocasión de mostrar el trabajo que llevaba realizado y me encomendó al Dr. Christian Ewert, de la filial madrileña del Instituto, a quien el trabajo interesaría especialmente. Mi idea era publicar mi investigación, pero me tuve que conformar con un simple artículo en Madrider Mitteilungen, la revista del Instituto Arqueológico Alemán que recogía las colaboraciones recibidas en su filial madrileña (figura 5).

Poco después el Colegio de Arquitectos madrileño, en sus habituales premios anuales, incluyó por primera vez uno referido a la investigación, y aunque lo gané, la publicación tampoco fue posible, pero no cundió el desánimo, ya que iniciado el siguiente año, el Ministerio de Cultura creó un nuevo premio de investigación, en honor del Marqués de Lozoya, sobre artesanías presentes o pasadas, y entre sus bases estaba la publicación de la investigación realizada (figura 6), premio que obtuve afortunadamente, y finalmente logré mi propósito de publicar el trabajo.

Pero también fue una importante casualidad que en el jurado del premio se encontrara Natacha Seseña, experta ceramista, pero desconocedora de la carpintería de lo blanco, quien pidió consejo a María Teresa Pérez Higuera, medievalista reconocida, quien acababa de organizar un simposio internacional en Teruel, precisamente sobre carpintería mudéjar, y que no dudó en invitarme para exponer una ponencia sobre cualquier aspecto de la investigación realizada, en cuyo acto, al finalizar mi intervención, Manuel Casamar, uno de los asistentes me ofreció el libro publicado por Báez Macías sobre el manuscrito de fray Andrés de San Miguel, el otro importante texto existente sobre la carpintería de lo blanco.

Disponer de un segundo texto, escrito en América sin posibles influencias mutuas, y con un enfoque radicalmente distinto del sevillano fue providencial

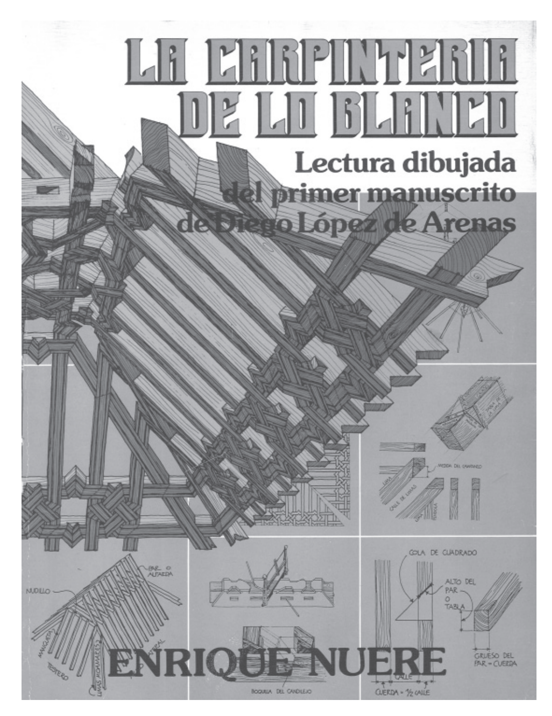


Figura 6
Publicación tras recibir el Premio Nacional de Artesanía Marqués de Lozoya

para confirmar lo averiguado, así como para corregir malas interpretaciones, pero la publicación carecía de una buena reproducción de los dibujos del manuscrito americano, por lo que inicialmente no pude sacar demasiado en limpio del regalo recibido.

Aquel simposio de Teruel fue el primero de varios que se celebraron alrededor del arte mudéjar, a los que también fui invitado, y sin yo proponérmelo me introdujo en el mundo de la investigación universitaria, descubriendo un ambiente en el que las opiniones siempre estaban coartadas por el principio de autoridad y el miedo a las posibles repercusiones de las discrepancias con lo establecido en la promoción futura de quien así opinara, algo que nunca me afectó al ser independiente del mundo universitario, algunos de cuyos miembros se escandalizaban con mis opiniones de mero aficionado, sin currículum de historiador profesional.

No puedo dejar de mencionar el importante papel que en mi trabajo tuvo quien después sería mi socio, José Luís Aranzadi, fallecido apenas hace un año, ingeniero de caminos, director de una empresa constructora que incidentalmente abordaba negocios inmobiliarios en los que fui su arquitecto, y que estaba fascinado por los trabajos de investigación de las armaduras que hube de recomponer para el malogrado Museo Nacional de Arte Hispanomusulmán de la Alhambra. Tanto que cuando aquel proyecto se hizo realidad se presentó al concurso, arriesgando en su oferta por el enorme interés que tenía en ganarlo, ya que amigos comunes de otras empresas, como Huarte o Dragados, ya me avisaron que aunque se presentarían por no hacerme un feo, su baja sería testimonial pues no veían claro que mi proyecto pudiera llevarse a cabo en el precio y plazo previsto.

Sin embargo el proyecto se culminó con éxito y Aranzadi acabó convenciéndome de que debíamos formar una sociedad para dedicarnos a vender techos

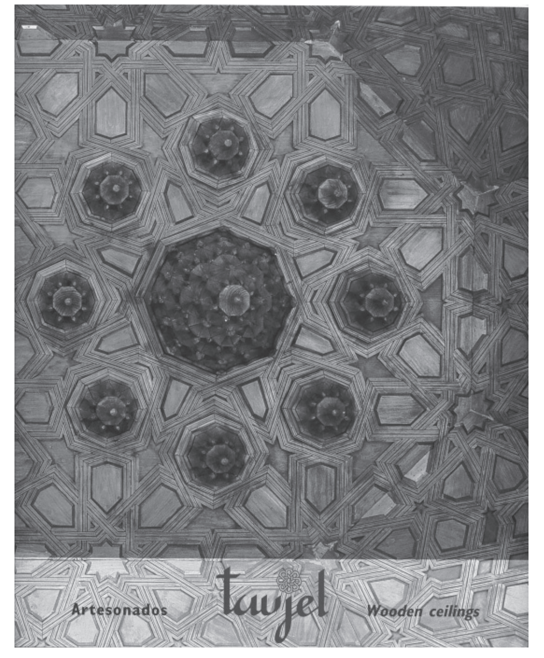


Figura 7
Folleto publicitario de Taujel, sociedad formada con José Luís Aranzadi, tras la intervención de su empresa en las obras de recuperación de varias armaduras en el que iba a haber sido el Nuevo Museo Nacional de Arte Hispanomusulmán de los altos del Generalife, en la Alhambra de Granada

de lacería a los árabes, producto que nos los quitarían de las manos y sería un gran negocio (figura 7). No estuvo nada acertado en el pronóstico, pero de esa idea nació Taujel, empresa carpintera que aun me obligó a trabajar con más motivación en nuestra peculiar carpintería histórica.

La primera cuestión que surgía de forma lógica era investigar que podía facilitar el incipiente mundo de la informática aplicada a la fabricación de piezas repetitivas, que precisaban la máxima precisión en su ejecución, lo que requería mucho tiempo de mano de obra cuidadosa. Lógicamente, una carpintería basada en unas leyes geométricas inalterables, tendría que ser perfectamente compatible con una fabricación controlada por ordenador. Eso me hizo profundizar en las leyes del trazado de las omnipresentes ruedas de lazo, hasta llegar a poder programarlas para que los complejos dibujos se pudieran hacer con la inestimable ayuda del ordenador. El primer logro fue conseguir que un plotter HP DIN A4 de dos plumillas dibujara una rueda de lazo y su desculatada en tan sólo veinte minutos…. Con ese primer programa y el mismo plotter se dibujaban y definían las coordenadas de cada punto que describía matemáticamente cada pieza, a fin de que en un taller mecánico, en los que ya existía el control numérico, nos fabricaran plantillas de acero que permitían copiar las piezas con la precisión necesaria y en un tiempo record.

Pero si ya existía un control numérico para el trabajo en acero, ¿por qué no intentar encontrarlo para la madera?, por el momento era algo que aun no existía en el mercado hispano. En la primera feria de Valencia a la que acudimos apareció algo que tenía cierta relación con lo que buscábamos, pero destinado a la fabricación de armarios modulares, pensada para trabajos de pequeña entidad, imposibles de adaptar a nuestras necesidades. Fue en la feria del siguiente año donde vimos una máquina italiana que con ciertas transformaciones podría manejar nuestros maderas de seis o siete metros, y sus técnicos se ofrecieron a tratar de adaptarse a nuestras necesidades. Fue un año de intercambios de faxes proponiendo ideas cuya viabilidad consideraban los italianos y poco a poco fue tomando forma la máquina que bautizaron como «la de hacer iglesias» (figura 8), y que finalmente un buen día llegó a España y que se costeó gracias al crédito de mi socio y especialmente a su entusiasmo y fe en nuestro futuro.

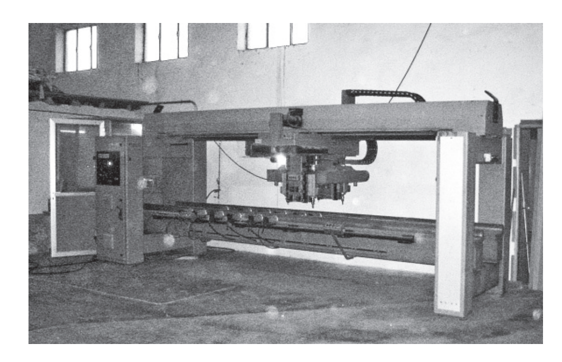


Figura 8
Gracias a la colaboración de un fabricante italiano conseguimos una máquina de control numérico, bastante adaptada a nuestras necesidades para la realización de armaduras de lacería

La realidad es que sufrimos las consecuencias de adelantarnos a los acontecimientos. Es cierto que la máquina reproducía a la perfección las piezas que Autocad dibujaba (figura 9), pero la entrada de datos era una tarea súper penosa. El contorno de la pieza había que introducirlo punto a punto en el ordenador de la propia máquina, algo que había que hacer en el taller escribiendo las coordenadas x e y de cada punto del contorno, añadiendo la velocidad de corte hasta el siguiente punto y eligiendo el cabezal fresador que debía intervenir, lo que aparte del enorme tiempo requerido, era casi imposible de llevar a cabo sin cometer algún error, que después había que detectar en el programa, corregirlo y rezar para que no hubiera nuevos errores.

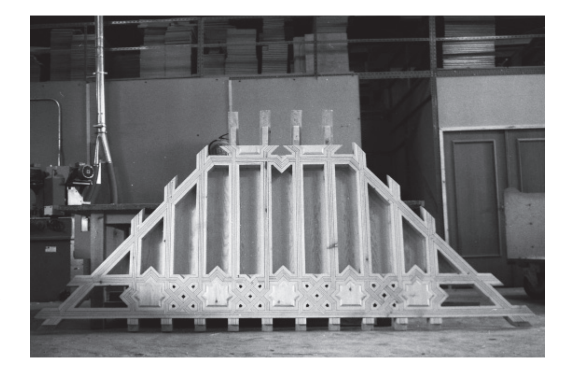


Figura 9
Uno de los faldones del primer techo realizado con la máquina de control numérico fabricada en Italia

Nos pusimos en contacto con programadores que pudieran resolver el paso del dibujo de cada pieza al programa que manejaba la máquina, pero todo lo que conseguíamos es que nosotros les diéramos el dibujo de cada pieza que nos convertirían en el adecuado programa por un considerable precio para cada pieza a fabricar. El único problema es que dicha programación costaba mucho más que nuestro hipotético beneficio. Tuve que dedicarme a desentrañar los archivos dxf de Autocad hasta que conseguí realizar nuestro propio programa de transformación de los dibujos en algo que la máquina comprendiera sin crear errores de introducción de datos. Es cierto que aquello fue un enorme trabajo adicional, pero finalmente la máquina pudo llegar a amortizarse

Entre tanto, de nuevo la casualidad proporcionó una ocasión de poder conseguir una copia original del manuscrito americano, había recibido el encargo de ocuparme de la parte dedicada a la carpintería para una exposición sobre el mudéjar, en dos salas del recién reconstruido Palacio de los Córdova en Granada, edificio que había recuperado una extraordinaria colección de sus artesonados originales. Se trataba del primer evento de los que se hicieron para conmemorar el 5º centenario del descubrimiento de América (figura 10), y qué mejor tema que mostrar las ilustraciones del manuscrito de fray Andrés, como ejemplo de las enseñanzas que los españoles llevaron al nuevo mundo, idea que fue muy bien acogida.

Pero a la vuelta del verano recibí la desagradable noticia de que todo el aparato institucional del estado, no había sido capaz de conseguir la copia del manuscrito, por lo que en el escaso margen de tiempo disponible (la exposición como no podía ser de otra manera, se inauguraba el 12 de octubre), tuve que improvisar una maqueta didáctica del techo de la sala (figura 11) y una serie de paneles que explicaban como se pudo construir, precisamente el techo que cobijaba la sala en cuestión.

Una vez superado aquel evento, y ya con más tranquilidad escribí a un compañero de mi hijo que había empezado un curso en una universidad californiana, para que me informara de los trámites que tendría que hacer para conseguir la anhelada copia del manuscrito, y cuál no sería mi sorpresa cuando, apenas transcurridas un par de semanas, recibía, directamen-

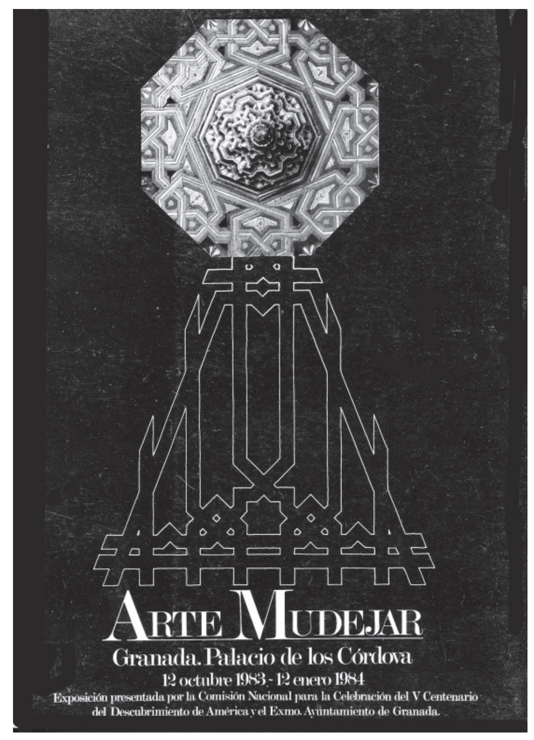


Figura 10.
Catálogo de la exposición realizada en Granada para iniciar los actos conmemorativos del Quinto Centenario del Descubrimiento de América

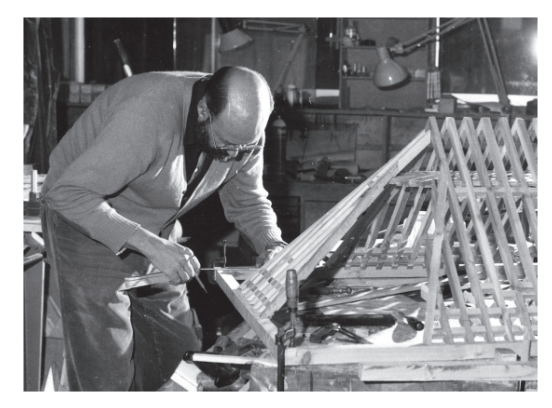


Figura 11
En el taller de San Rafael tuve que improvisar la construcción de una maqueta didáctica, que junto a una serie de paneles que incluían piezas de la misma, explicaba el sistema constructivo de la techumbre de la sala dedicada a la carpintería mudéjar

te enviado por la directora de la biblioteca Netti Lee Benson, de la Universidad de Austin, un microfilm del manuscrito, con la única condición de que en caso de publicar algo que hiciera referencia al mismo les enviara un ejemplar para su biblioteca (figura 12).

Poco a poco me empezaron a encargar restauraciones de artesonados de lacería, generalmente en obras de restauración de otros arquitectos que no habían incluido esos trabajos, o que estaban en marcha y no habían contemplado la restauración de alguna de estas obras carpinteras, por considerarlas excesivamente complejas.

También es cierto que fue una época en la que la madera apenas se apreciaba, aunque lógicamente no era el caso de la carpintería de lazo, pero ese escaso aprecio hacia la madera había hecho que la mayoría de los arquitectos no estuvieran preparados para afrontar su restauración, y cuando lo hacían consideraban que la madera tan sólo era una carga muerta que había que suspender de alguna estructura auxiliar, generalmente metálica, sin pensar en su posible recuperación estructural.

A la vez que me iniciaba en la restauración monumental, iba comprobando que las estructuras de madera eran recuperables con relativa facilidad, y dado que era una práctica que apenas otros hicieran, me fui convirtiendo en un raro especialista de una carpintería más rara todavía, hasta entonces apenas apreciada, salvo algunos ejemplares de todos bien conocidos. Conforme se iba descubriendo un patrimonio más abundante de lo esperado, sentía la necesidad de realizar su inventario, algo que en el Ministerio de Cultura tuvo una buena acogida, pero que

Figura 12
Una vez dispuse del microfilm del manuscrito americano de fray Andrés de San Miguel, era necesario proceder a su estudio, tal como había llevado a cabo el del texto andaluz, trabajo que publicó el Colegio de Arquitectos de Málaga



Figura 13
Antes de poder realizar un inventario de armaduras de lacería era imprescindible llevar a cabo una búsqueda bibliográfica y documental de cuantos datos pudieran orientar sobre la entidad de los objetos a inventariar, así como de su localización

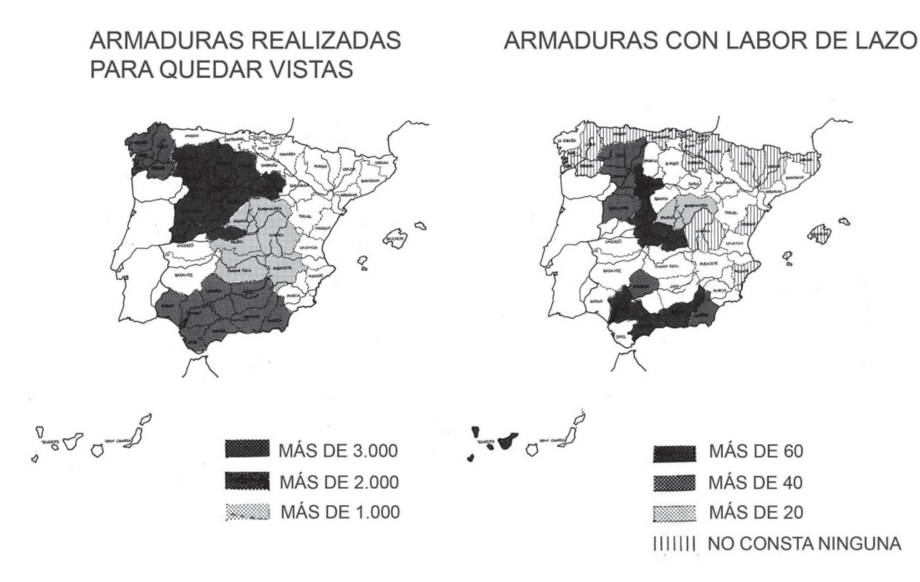


Figura 14
Los resultados del trabajo del preinventario desvelaron que el reino de Castilla poseyó una enorme riqueza de este tipo de patrimonio, dato hasta entonces prácticamente desconocido

planteaba un serio problema: el total desconocimiento de cuanto material había que inventariar.

Por pura lógica el trabajo se limitó a establecer las bases para poder realizar dicho inventario (figura 13), en principio de armaduras de lacería, algo que sacó a relucir cientos y cientos de armaduras de todo tipo, especialmente repartidas por el que fue el reino de Castilla (figura 14). No menos sorprendente fue constatar que tan sólo en la provincia de Lugo aparecieron más de 1.200 techumbres de madera realizadas para quedar vistas. Aquello me demostró que a pesar del desconocimiento de la espectacular carpintería de lazo, aun más desconocida era nuestra carpintería histórica, totalmente ignorada y que requería un estudio sin el cual era imposible entender como algo tan especial pudo haber surgido en nuestro país.

Una vez realizadas las bases del inventario, el siguiente trabajo sería iniciarlo, distribuyéndolo entre las distintas comunidades que acababan de formarse, pero éstas, en vez de colaborar preferían hacer las cosas a su manera, pero sobre todo, lo menos posible que viniera impuesto por la administración central.



LA CARPINTERIA DE ARMAR ESPAÑOLA
Enrique Nuere

Figura 15
La carpintería de lazo era el principal objeto de los estudios realizados, pero su inventario, sin conocer a qué técnica carpintera correspondía no tenía mucho sentido. Era evidente que quienes fueran a trabajar en el previsto inventario deberían tener unos mínimos conocimientos de nuestra carpintería histórica. Con ese fin se preparó este libro

Término	Sinónimos	Definición	Referencia a fuentes consultadas
Calle de limas		En una armadura de madera cuando el encuentro entre dos paños se resuelve mediante limas mohamares o dobladas, calle de limas es el espacio que queda entre ambas.	F. A. S. M., p. 164 d: ... *toda suerte de armaduras aunque sean llanas, teniendo calle de limas conviene ajustarla abajo y para esto se hacen dos reglas...* PRIETO VIVES: El espacio comprendido entre las dos limas moamares. GOMEZ M.: La que queda entre las limas dobles o moamares.
Camaranchón	Bragadas, Caramanchón,	Espacio que queda sobre la armadura, bajo el tejado.	F. A. S. M., p. 170 i: ... *sufrira esta armadura cualquier cobertura por pesada que sea, sin tener necesidad de camaranchon.* 1784 P. J. MARQUEZ, f. 152: Pieza excusada para meter trastos inútiles u otros muebles. PRIETO VIVES: Bragadas o camaranchones: Armaduras toscas construidas sobre los techos artesonados. SALINERO: Desván, buhardilla en lo más alto de la casa. GOMEZ M.: Espacio entre la armadura decorativa y el tejado.
Cambija		Semicircunferencia.	1632 D. LOPEZ ARENAS (1867), p. 1: ... *toma el testero en doce partes y con la una haz un semicírculo o cambija...* IDEM, p. 41: ... *toma el ancho de la casa en doce partes como hiziste para el par y hilera y con una de las doce del ancho de la pieza haz la cambija...* F. A. S. M., p. 168 i: ... *y para sacar el cartabón de cinco, el mismo compás que formó el círculo, puesta la una punta en la cambija D, con la otra punta se señala sobre la línea perpendicular...* 1736 LORENZO, L. I, p. 133: *Otros toman el ancho que es como demuestra AB, y hacen la cambija, assentando el compas en ella...* MARIATEGUI: Semicírculo trazado en el papel con un radio proporcional a la luz del edificio que se quiere cubrir, y que sirve para trazar los cartabones y conocer la longitud de las diferentes piezas de una armadura.

Figura 16
Un importante contenido del libro era un léxico que tratara de unificar o aclarar el sentido de muchos términos, cuyo uso veíamos con frecuencia incorrectamente utilizados

Pero al menos, se había planteado como parte del mismo la necesidad de escribir un libro, que además de introducirnos en la ignorada carpintería histórica, sirviera de manual a quienes fueran a acometer los trabajos del pretendido inventario, y ese fue mi primer trabajo dedicado al conjunto de nuestra carpintería de armar (figuras 14, 15), tarea en la que una parte importante, y ciertamente compleja, fue la de componer un léxico de carpintería que tratara de reunir los términos ya conocidos, con muchos ignorados encontrados en textos antiguos, actas notariales, etc. que en ocasiones cobraban un significado claro y en otras era imposible determinar con certeza a que se referían (figura 16), pero al menos se dejaba constancia de sus posibles significados en función del texto en el que se encontraban.

Mientras tanto acudía a cuantas restauraciones supiera que incluían la presencia de un artesonado, ya fuera contratado para ello, o como simple curioso, haciendo kilómetros y kilómetros, tratando de apren-

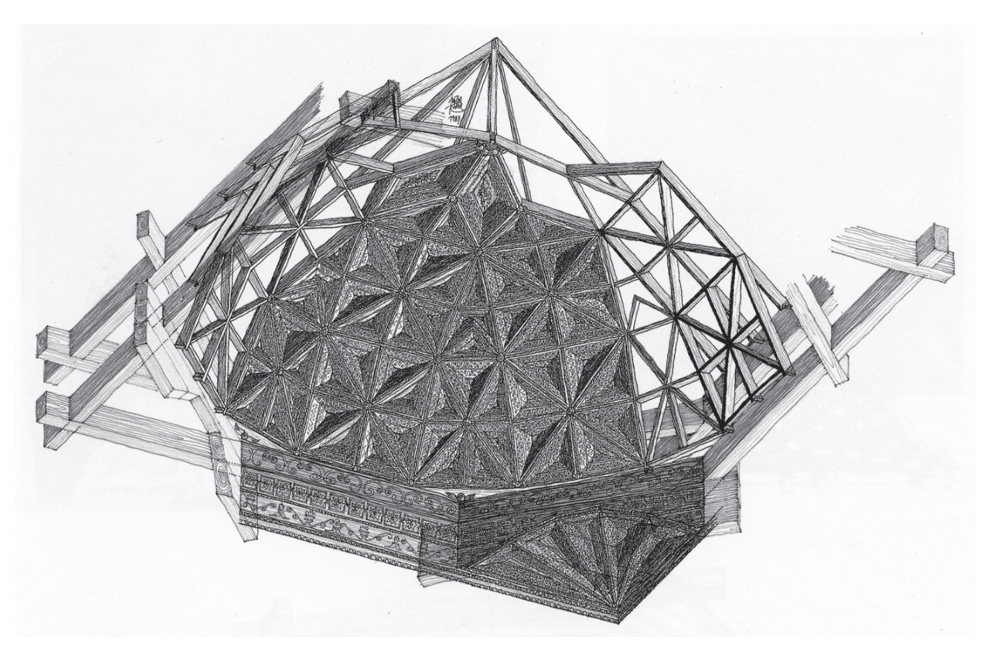


Figura 17
Para poder explicar la carpintería que investigaba necesité realizar muchos dibujos, para los que tenía que imaginar la técnica constructiva empleada en función de los textos estudiados. Este dibujo despertó el interés de la Consejería de Cultura de Castilla y León hasta el punto de promover la restauración de la armadura representada. Cuando ésta se produjo acudí a ver las obras para poder comprobar la fiabilidad del dibujo realizado, al que tan sólo tuve que añadir la pieza de madera que unía la cúspide de la armadura con el centro de su almizate

der cuanto fuera posible de nuestra peculiar carpintería, y en cada nueva armadura que veía aprendía algo de lo que hasta entonces no tenía la menor noticia (figura 17). Eran demasiados siglos de ejercer un oficio para que todo se hiciera según las reglas que nos legó López de Arenas.

En los comienzos de mis investigaciones también sufrí un serio percance que estuvo a punto de llevarme de este mundo. Una intervención quirúrgica en la que apareció un estafilococo dorado con aviesas intenciones. Logré superarlo tras pasar un par de veces más por los quirófanos, estando casi un año recluido entre mi casa y las clínicas de rehabilitación, pero al menos en ese tiempo pude hacerme con cuantos libros tratasen de la para mi recién descubierta carpintería, intentando entender su aparente relación con la cultura árabe, de la que todos los historiadores afirmaban que procedía.

Y lo más sorprendente es que cuanto más investigaba, menos relación encontraba entre nuestra carpintería y lo realizado en los territorios del Islam. Es innegable que la geometría empleada en su decoración tenía su origen en la Turquía seleucida, pero poco más. Y por el contrario, encontraba enormes similitudes con la carpintería realizada en el norte de Europa.

Al comentar esto último con el arquitecto sevillano Rafael García Diéguez, se acordó de un libro suyo, escrito por un carpintero inglés en las primeras décadas del siglo XX (figura 18), en el que recordaba haber visto algo similar a la forma de trazar una armadura según las recetas de López de Arenas que yo le contaba, y tras fotocopiarme el texto en cuestión pude comprobar que hasta aquel momento los carpinteros ingleses usaban los mismos métodos que nuestros carpinteros de los siglos XVI y XVII, algo que no podía ser una mera coincidencia.

Por aquel entonces la Universidad de Alcalá que había recuperado su docencia, había recibido un importante conjunto de edificios que, o habían sido ocupa-

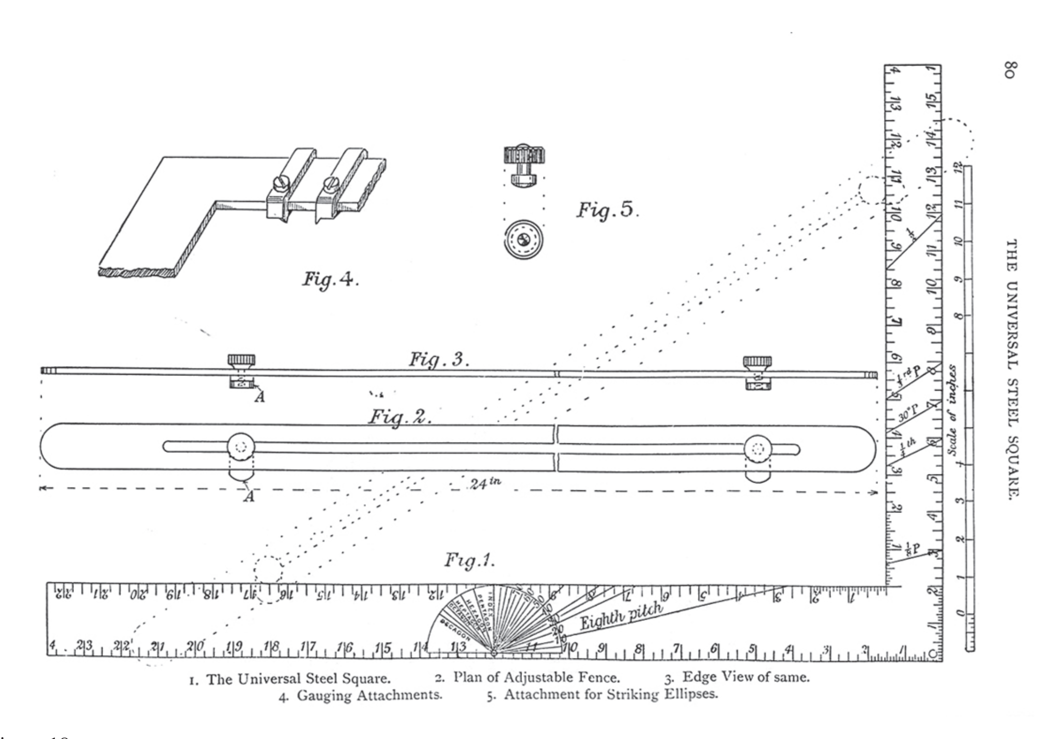


Figura 18
Esta página de un libro inglés sobre la forma de realizar armaduras de pares mostraba unas enormes coincidencias con lo explicado por López de Arenas o fray Andrés de San Miguel en sus manuscritos

dos hasta entonces por el ejército, o se encontraban en ruinas, y fui requerido para intervenir en varias de sus estructuras de madera, restaurando artesonados o simples estructuras de cubierta, en mejor o peor estado, o incluso proponiendo nuevas soluciones para problemas de lo más diverso, pero siempre con la madera como protagonista (figura 19). También se me pidió que impartiera en la capilla de San Ildefonso el primer curso monográfico sobre armaduras de lacería, que repetiría más o menos ampliado, en Quito, en Cartagena de Indias, en La Laguna, o en la Habana, y por supuesto me tocó intervenir en cuanto máster de restauración fue surgiendo por toda España.

La preparación de tantos cursos iba incorporando la experiencia de las intervenciones que realizaba, algo que en poco más de quince años estaba dejando mi libro de la carpintería de armar bastante obsoleto, por lo que no me quedó más remedio que acometer una importante revisión del mismo, cuyo contenido aumento cerca de un cincuenta por ciento, tanto la parte correspondiente a la descripción de nuestra carpintería, como la del léxico que contenía (figura 20).

Una experiencia didáctica interesante fue la intervención en el Aula de Rehabilitación del Casco Histórico de Santiago de Compostela, iniciativa del arquitecto Xerardo Estevez, cuando era alcalde de la ciudad, donde acudíamos puntualmente cinco arquitectos entre los que se encontraba Ricardo Aroca, entonces director de la Escuela de Madrid, quien me pidió que me incorporara a ella para impartir una asignatura relacionada con la madera, para que los estudiantes empezaran a tener algún contacto con el olvidado material, algo que tanto en restauración monumental como en rehabilitación, obligaba a los arquitectos a enfrentarse con la madera.

Y allí estuve diez años hasta que nuestro sistema educativo me echó por viejo.

La experiencia de la Escuela me hacía evidente que en nuestros días era muy difícil hacer ver el importante papel que el carpintero tuvo en la Edad Me-



Figura 19
La Universidad de Alcalá de Henares inició una sistemática recuperación de las estructuras de madera de sus antiguos edificios, y también apostó decididamente por este material en muchos de sus proyectos de rehabilitación

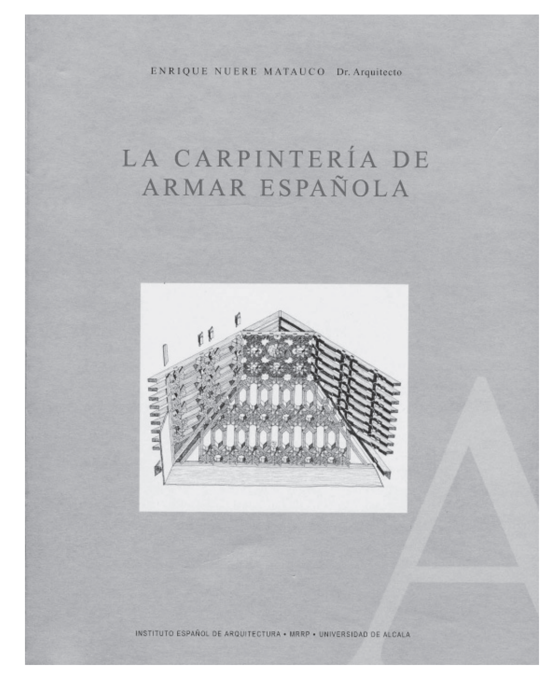


Figura 20
Más de diez años realizando restauraciones me proporcionaron muchos datos desconocidos cuando abordé mi libro sobre la carpintería de armar española. La necesaria revisión de una nueva edición aumentó en cerca de un cincuenta por ciento el contenido del primer libro

dia, ya que su papel hoy se asimilaba al del carpintero actual, que tan sólo es uno más de los muchos oficios que intervienen en la construcción. En nuestro país ha existido una rica tradición carpintera, lógicamente surgida en las zonas abundantes en bosques, especialmente en el rincón noroeste de nuestra península, tradición que ha convivido con la dedicada a levantar fábricas, de influencia principalmente romana, más relacionada con nuestras costas mediterráneas. Por ello, en nuestros territorios, carpinteros y alarifes se repartían las competencias edificatorias, pero entre los carpinteros había que distinguir entre distintos gremios: los de lo blanco, especializados en todo lo relacionado con la construcción de edificios, los ensambladores o entalladores, constructores principalmente de retablos, los de lo prieto (en su acepción de negro), dedicados a la construcción de carros, aperos de labranza, molinos y cuestiones industriales y los vigoleros, o constructores de instrumentos musicales.

Y entre los de lo blanco, sólo el grado de geométrico, el más alto del escalafón, tenía las competencias de los actuales arquitectos e ingenieros. Explicar cómo se ejercía este oficio en tiempos pasados no era sencillo, precisamente por la imagen que hoy se tiene del carpintero, y era algo que quería dejar escrito. También se me reclamaba la reedición de mi primer libro, la carpintería de lo blanco, algo que me planteaba un problema de difícil solución, ya que cuando lo escribí nada sabía de la carpintería histórica y jamás me hubiera atrevido a discutir lo que López de Arenas, (quien entonces era «mi maestro») planteaba en su manuscrito, algo que hoy puedo juzgar con suficiente conocimiento de causa. Por otra parte, aquella primera edición carecía del facsímil del carpintero sevillano, que la Editora Nacional se negó a incluir por el hecho de que ya lo había publicado Gómez-Moreno, pero éste tan sólo sacó a la luz quinientos ejemplares, por lo que quien leyera mi texto difícilmente podría conseguir uno de ellos para cotejar los razonamientos directamente relacionados con los dibujos del manuscrito, lo que para una nueva edición del trabajo consideraba imprescindible incluir su reproducción facsímil, tal como hice cuando publiqué el manuscrito de fray Andrés de San Miguel.

Era lógico que emprendiera una revisión de aquel primer texto, y de alguna forma quería aclarar, tanto como fuera posible, el papel del carpintero medie-

val. Tenía muchos datos recogidos, pero como no soy historiador, me falta el hábito de apuntar la procedencia de cada dato que encuentro, lo que me hacía muy complicado incluir las citas necesarias que refrendaran cada opinión o comentario que quisiera incluir, por lo que decidí renunciar al formato riguroso en cuanto a las referencias «ambientales» por más que el texto lo basara en cuantos datos históricos habían pasado por mis manos, y junto a cada capítulo destinado a explicar los textos de López de Arenas, o de fray Andrés de San Miguel, me inventé una fantástica historia de la vida de un carpintero, que me permitía, capítulo a capítulo, relacionar el relato inventado de su vida, con el planteamiento técnico. El resultado fue el Nuevo tratado de la carpintería de lo blanco y la verdadera historia de Enrique Garavato, carpintero de lo blanco y maestro del oficio (figura 21), que nada tiene de verdadera, salvo por el salpicado de datos que voy introduciendo al hilo del argumento.

NUEVO TRATADO DE LA
CARPINTERIA DE LO BLANCO

Y LA VERDADERA HISTORIA DE
ENRIQUE GARAVATO
CARPINTERO DE LO BLANCO
Y MAESTRO DEL OFICIO

CON EL FACSIMIL DE LA
"PRIMERA Y SIGUNDA PARTE DE LAS REGLAS
DE LA CARPINTERÍA"
ESCRITO POR
DIEGO LOPEZ DE ARENAS
EN 1619

TODO ESCRITO Y DIBUJADO POR
ENRIQUE NUERE
CARPINTERO DE LO BLANCO Y ARCHITECTO
MADRID MMI

ediciones munilla-lería

Figura 21
Mi nuevo tratado de la carpintería de lo blanco me permitió realizar una revisión de lo escrito hasta entonces, apoyado por más de veinte años de intervenciones en estructuras carpinteras históricas, y al tiempo tratar de reflejar el importante papel del carpintero en la construcción medieval

Toda la investigación que a lo largo del tiempo me he visto obligado a realizar siempre tuvo una importante ayuda en mi taller carpintero, donde también he construido numerosas maquetas que han sido una ayuda crucial para entender los verdaderos problemas del carpintero al ejecutar las obras.

Precisamente la maqueta que tuve que improvisar para aquella exposición del arte mudéjar en Granada fue la que me mostró una eficaz forma de investigar nuestra carpintería histórica, algo que puse en práctica siempre que surgió la oportunidad. Entre las maquetas realizadas personalmente se encuentran la de la armadura que cubre la escalera del archivo histórico provincial de Toledo, la de la nueva techumbre para la iglesia de Macotera en la provincia de Salamanca, la de la armadura de cinco paños que describe fray Andrés de San Miguel en su manuscrito, la de la techumbre de mocárabes del Palacio del Infantado de Guadalajara (figura 22), dos realizadas para la reconstrucción del chapitel de la Iglesia de la Solana, otra para explicar la técnica constructiva de la carpintería de lazo, en una exposición celebrada en el pabellón Villanueva del Jardín Botánico, o la última realizada para explicar las

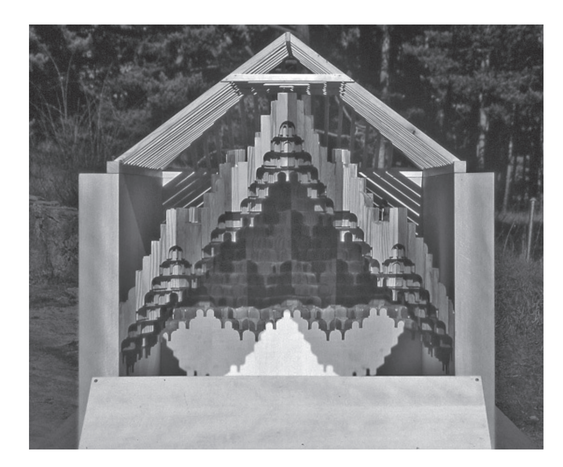


Figura 22
Techumbre de mocárabes del Palacio del Infantado de Guadalajara

REAL ACADEMIA DE BELLAS ARTES DE SAN FERNANDO

DIBUJO, GEOMETRÍA Y CARPINTEROS
EN LA ARQUITECTURA

Discurso del Académico Electo
Excmo. S. D. Enrique Nuere Matauco

leído en el acto de su recepción pública
el día 17 de enero de 2010

y Contestación del
Excmo. Sr. D. Rafael Manzano Martos

MADRID
MMX

Figura 23
En mi entrada en la Academia de Bellas Artes no podía dejar de hacer un homenaje al papel jugado por los carpinteros en la construcción histórica

obras de restauración del artesonado del presbiterio de la iglesia del convento de Santa Isabel la Real de Granada, y también la maqueta que explica el sistema constructivo de la armadura de la Sinagoga del Tránsito, si bien de esta tan sólo realicé los planos de sus distintos componentes, para que Juan de Dios de la Hoz pudiera llevarla a cabo con su recién estrenado control numérico.

Y como colofón de estas inquietudes un buen día me encontré leyendo un discurso de ingreso en la Academia de Bellas Artes de San Fernando, con una nueva reivindicación del papel de los carpinteros en la arquitectura (figura 23), acto que me recuerda que los proyectos de futuro tengo que empezar a sustituirlos por los de presente, para los que lamentablemente ya me va quedando menos tiempo del realmente creo que voy a necesitar.

Publicaciones

Libros

La Carpintería de lo blanco. Lectura dibujada del primer manuscrito de Diego López de Arenas. Madrid: Ministerio de Cultura (Premio Nacional de Artesanía Marqués de Lozoya 1981), 1985.

La carpintería de armar española. Madrid: Ministerio de Cultura. Instituto de Conservación y Restauración de Bienes Culturales, 1989.

La carpintería de lazo. Lectura dibujada del manuscrito de fray Andrés de San Miguel. Málaga: Colegio Oficial de Arquitectos de Andalucía Oriental. Delegación de Málaga, 1990 (Premio de Investigación y Publicaciones del Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid).

La carpintería de armar española. 2ª edición, revisada y ampliada. Madrid: Editorial Munilla Lería, 2000.

Nuevo tratado de la carpintería de lo blanco, con la verdadera historia de Enrique Garavato, carpintero de lo blanco y maestro del oficio. Madrid: Editorial Munilla Lería, 2001 (Premio Internacional De Investigación García Diego, 2000 Fundación Juanelo Turriano).

Dibujo, geometria y carpinteros en la arquitectura. Discurso de Ingreso en la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando. Madrid: 2010.

Colaboraciones en libros con otros autores o en actas de congresos

«Restauración de la carpintería mudéjar siguiendo las reglas dictadas por López de Arenas en 1619». En *Actas del II Simposio Internacional de Mudejarismo*. Instituto De Estudios Turolenses, CSIC. Teruel: 1981.

«Prólogo de la edición facsímil de la Carpintería de lo Blanco de diego López de arenas». (Colección de los diez primeros libros de arquitectura en España). Valencia: Albatros Ediciones, 1982.

«Catálogo sobre la carpintería». *Gran Exposición del Arte Mudéjar, celebrada con motivo del Quinto Centenario del Descubrimiento de América*. (Granada, Palacio de los Córdova). Granada: 1983.

«Notas para una historia de la carpintería española».En *La madera en la conservación y restauración del patrimonio cultural*. Madrid: Ministerio de Cultura, 1985.

«Estructuras adinteladas. La madera». En *Curso de mecánica y tecnología de los edificios antiguos*, ed. por A. Mas-Guindal. Madrid: Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid, 1987.

«Las cubiertas de madera en los edificios antiguos». En *Rehabilitación y ciudad histórica*. Sevilla: Colegio Oficial de Arquitectos de Andalucía Occidental, 1988.

«La carpintería de madera ejemplos de actuaciones». En *Rehabilitación y ciudad histórica*. Sevilla: Colegio Oficial de Arquitectos de Andalucía Occidental, 1988.

«La carpintería hispano-musulmana». En *Primeras jornadas de cultura islámica: Al-andalus, ocho siglos de historia* (1987). Toledo: Instituto Occidental de Cultura Islámica, 1990.

«Influjo del tejido en la decoración musulmana». En *Primeras jornadas de cultura islámica: Al-andalus, ocho siglos de historia* (1987). Toledo: Instituto Occidental de Cultura Islámica, 1990.

«Restauración del Convento de Santa Clara». En *Monumentos y proyecto. Jornadas sobre criterios de intervención en el Patrimonio Arquitectónico*. Madrid: Instituto de Conservación y Restauración de Bienes Culturales, 1990.

«Características intrínsecas de la madera: diseño y cálculo». En *Curso sobre la madera y la piedra en los monumentos*. Dirección General de Cultura de la Consejería de Educación y Cultura de la Junta de Comunidades de Castilla la Mancha, 1991.

«Intervención en armaduras resistentes de madera, tipologías y patologías asociadas». En *Curso sobre la madera y la piedra en los monumentos*. Dirección General de Cultura de la Consejería de Educación y Cultura de la Junta de Comunidades de Castilla la Mancha, 1991.

«La técnica de la carpintería de lo blanco en España y América». En *Formación profesional y artes decorativas en Andalucía y América.* Sevilla: Junta de Andalucía, Consejería de Cultura y Medio Ambiente, 1991.

«Un ejemplo de rehabilitación de cubiertas: las armaduras del Palacio de Mañara». En *I Curso de Construcción en Madera*. Sevilla: Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Sevilla, Demarcación en Sevilla del COAAO, 1991.

«Consideraciones sobre la supuesta economía de la carpintería mudejar». En *Actas del IV Simposio Internacional de Mudejarismo: Economía*. Teruel: Instituto de Estudios Turolenses CSIC, 1992.

«Distribución de techumbres de madera en España». En *Actas del IV Simposio Internacional de Mudejarismo: Economía*. Teruel: Instituto de Estudios Turolenses CSIC, 1992.

Artesonados de Toledo. Toledo: Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Toledo, 1992. (En colaboración con Femando López, Pascual Úbeda, Ventura Rodríguez e Ildefonso Torreño).

«La carpintería hispanomusulmana en el Renacimiento andaluz». En *Arquitectura del Renacimiento en Andalucía: Andrés de Vandelvira y su época* (exposición). Sevilla: 1992.

«Bóveda de madeira da nave da igrexa do Santuario da Virxe das Ermidas en Ourense». En *Santuario da Virxe das Ermidas. Cadernos do Restauro*, coordinado por Dolores Vila Jato. Ourense: Xunta De Galicia, 1992.

«Las Armaduras de la Casa de Mañara». En *Casa Palacio De Miguel De Mañara*. Sevilla: Junta de Andalucía. Consejería de Cultura y Medio Ambiente, 1993.

«La carpintería en España y América a través de los tratados». En *Mudéjar Iberoamericano: una expresión cultural de dos mundos*. (Monográfica Arte Y Arqueología Universidad De Granada). I. Henares Y R. López Guzmán, eds. Granada, Universidad de Granada, 1993.

«La carpintería de laceria española». En *La Madera*. Barcelona: Blume, 1994.

«Una armadura oculta en Fuentidueña de Tajo». En *Libro-guía del visitante de la iglesia de San Andrés Apóstol*. Alcalá de Henares: Obispado de Alcalá de Henares y Excmo. Ayuntamiento de Fuentidueña de Tajo, 1994.

«Hipotese sobre o seu estado primitivo» (Del retablo de Cornelis de Holanda de la catedral de Lugo). En *O antiguo Retablo Mayor da Catedral de Lugo* (Cadernos Do Restauro). Santiago de Compostela: Xunta de Galicia, 1995.

«La carpintería de armar castellana, su influjo islámico y su exportación al Nuevo Mundo». En *Catalogo de la Exposición Mudéjar Iberoamericano: Del Islam al Nuevo Mundo*. Málaga: 1995.

«Prólogo». En *De Ars Lignea. Las iglesias de madera en El País Vasco*. Bilbao: Diputación Foral de Vizcaya, 1996.

«La madera y sus sistemas constructivos». En *Actas de As Actuacions no Patrimonio Construido, un Diálogo Interdisciplinar*. Santiago De Compostela: Xunta De Galicia, 1996.

«Prólogo». En *Armaduras de cubierta* por Miguel Fernández Cabo. Valladolid: Colegio Oficial de Arquitectos de León, 1997.

«La madera en las catedrales: estructuras de madera sobre bóvedas». En *Jornadas Técnicas de Conservadores de Las Catedrales. Las Catedrales de España*. Alcalá de Henares: Máster de Restauración y Rehabilitación del Patrimonio, 1997.

«La madera en la arquitectura». En *Master de Restauración y Rehabilitación Arquitectónica del Instituto Español de Arquitectura* (Universidades De Alcalá Y Valladolid). Madrid: Munilla Lería, 1999.

«La carpintería de lo blanco y las armaduras mudéjares». En *Historia de las Técnicas Constructivas en España*. Madrid: Grupo FCC, 2000.

«Prólogo». En *De la techumbre mudéjar de la catedral de Tlaxcala, México* de Olga Lucía González y Gilberto Buitrago Sandoval. Bogotá: 2000.

«Las estructuras de madera en la época medieval». En *Ars Mechanicae. Ingeniería medieval en España*. Madrid: Ministerio de Fomento y Fundación Juanelo Turriano, 2008.

«Carpintería de lo blanco». En *La catedral de Santa María de Cuenca. Tres décadas de intervenciones para su conservación*. Cuenca: Fundación ACS, 2009.

«La recomposicion de la armadura de lazo». En *Santa María del Castillo, Perales de Tajuña*. Editorial Ephemera, 2008.

«La carpintería de lo blanco a través de la imagen». En *Carpintería de armar. Técnica y fundamentos histórico-artísticos*. Málaga: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Málaga, 2012.

Artículos en revistas

«Los cartabones como instrumento exclusivo para el trazado de lacerías». *Madrider Mitteilungen* 23, 1982: 372-247.

«Design and inlay work by hispanic carpenters». *Environmental Design* (Islamic Environmental Design Research Centre, Roma Carucci Editores) Nº 7, 1987.

«Sobre el pavimento del patio de los leones». *Cuadernos De La Alhambra* (Patronato De La Alhambra y Generalife, Granada) Nº 22, 1987.

«Inventario, catalogo y restauración de la carpintería mudéjar». *Cuadernos De La Alhambra* (Patronato De La Alhambra y Generalife, Granada) Nº 26, 1990.

«Una hipótesis sobre la techumbre de la iglesia de San Millán de Segovia». *Estudios Segovianos* (Instituto Diego de Colmenares. Excma. Diputación Provincial de Segovia. CSIC) Tomo 33, Nº 89, 1992.

«La madera. Aspectos positivos y negativos de su empleo en la isla de la Cartuja». *Diseño Interior* Nº de Mayo de 1992.

«La armadura de lazo de la madrileña iglesia de San Pedro». *Academia. Boletín de la Real Academia de Bellas Artes de San Femando*, Nº 79, 1994.

«Geometría del lazo y carpintería». *Éntasis. Cuadernos de Arquitectura de la Cátedra Ricardo Magdalena* (Institución Fernando El Católico, CSIC), Zaragoza, 1995.

«Tradición innovadora arquitectura moderna y construcción en madera». *Arquitectura Viva*, Nº 48, 1996.

«El lazo en la carpintería española». *Madrider Mitteilungen*, Nº 40, 1999.

«Mi encuentro con la carpintería hispanomusulmana». *Cuadernos de La Alhambra*, Nº 41, 2005.

«Tradición recuperada, la madera en la España actual». *Arquitectura Viva*, Nº 137, 2011.

«Arte en la Industria». Plataforma Open Access De Revistas Científicas Electrónicas Españolas E Iberoamericanas CSIC. Madrid, 2013

«Visita de Garavato a La Alhambra». *Calle Elvira*, 2013.

«El reto del maestro anónimo». *Restauro, Revista Internacional del Patrimonio Histórico*, Nº 11, 2013.

«Comienzo de los trabajos» (continuación de 'El reto del maestro anónimo'). *Restauro, Revista Internacional del Patrimonio Histórico*, Nº 12, 2013.

«Carpinteria, madre de la arquitectura». *Seminario Cemco, Madera Construcción Proyecto Y Ejecución De Obras Con Madera. Experiencias En Obra Y Rehabilitación*, 2015.

La construcción como ejercicio profesional en la Nueva España, en los siglos XVI al XVIII, y su relación con la metrópoli

Xavier Cortés Rocha

El periodo Novohispano va de 1521 a 1821. Al día siguiente de la conquista de México-Tenochtitlan los conquistadores españoles se enfrentaron a una tarea inconmensurable. Dada la extensión del imperio mexica, el imperio tarasco, los pueblos de Oaxaca y el área maya. Había que construir la infraestructura para la evangelización en los pueblos existentes y construir o adaptar otros para el asentamiento de los españoles; había que aprovechar la experiencia constructiva de los pueblos indígenas e ir logrando que las nuevas técnicas y herramientas traídas de ultramar fueran siendo aprendidas y adoptadas por carpinteros, canteros y albañiles locales. Hubo que inventar programas arquitectónicos para los programas de evangelización y construir grandes edificios para el culto a cubierto. Oficiales albañiles y canteros llegaron pronto y empezaron febrilmente su labor, los maestros reconocidos tardaron dos décadas más en llegar. Buena parte de la tarea la acometieron los frailes, a veces con más voluntad que experiencia. Al principio se mezcló la decoración hispánica del plateresco con la factura indígena, después se impondría un clasicismo moderado, influido por las imágenes de los tratadistas, Serlio sobre todo, y la austeridad felipense, herreriana.

Se trasplantó la estructura de los gremios de los constructores españoles y se establecieron ordenanzas para albañiles, alarifes y carpinteros, a la manera de las de Sevilla y Toledo, las dos metrópolis con mayor influencia sobre la Nueva España en el primer siglo de dominación. También se estableció el sistema de aprendizaje y el escalafón del gremio, así como los exámenes para acreditar a los maestros de la arte, que en el siglo XVIII reclamaron llamarse arquitectos.

Los sistemas constructivos permanecieron con poca variación a lo largo de los tres siglos, mamposterías de adobe y de piedra, escasos elementos de refuerzo de ladrillo o de cantería y la madera, omnipresente en entrepisos y cubiertas, en puertas, ventanas y mobiliario.

Las reformas borbónicas, las de Fernando VI y las de Carlos III, habrían de transformar, desde la formación profesional de los artistas, en la Academia de San Carlos, hasta el control del ejercicio de la arquitectura, en el «cómo», pero también en el «qué», imponiendo el *Buen Gusto*. Nuevos desarrollos tecnológicos, nuevos instrumentos de medición, materiales nuevos y nuevas formas de emplear materiales existentes como el fierro y el acero establecieron distancias respecto a los procedimientos más tradicionales.

La Independencia representó una nueva sacudida, pero no una ruptura en el ejercicio profesional, la formación profesional y un grupo consolidado de arquitectos continuaron por varias décadas sin cambios importantes, hasta que nuevas influencias, nuevos materiales y sistemas constructivos, surgidos de la industria y nuevos gustos establecieron un cambio en el cómo construir.

El Mestizaje Tecnológico

En los pueblos prehispánicos existía una rica tradición constructiva, utilizada por los maestros indígenas, que se mezcló con el cúmulo de conocimientos constructivos hispánicos, a su vez mezcla de varias raíces: y que llegó como parte del bagaje que trajeron después de la conquista los maestros españoles: albañiles, canteros, carpinteros y herreros y que transmitieron a los aprendices y oficiales en los talleres del oficio.

Las técnicas para cimentar, en tierra firme y en suelos cenagosos, así como la construcción de apoyos eran ampliamente conocidas y utilizadas en las construcciones prehispánicas. Había toda una variedad de techumbres, desde las de palma hasta las de vigas, tanto rollizas como canteadas; sin embargo no había bóvedas, salvo las de ménsulas en la zona maya y tampoco se usaban arcos si exceptuamos también los de ménsulas, empleados en forma ceremonial. Tampoco se documentaron cubiertas complejas de madera, mencionadas sin embargo en las descripciones del palacio de Moctezuma, por lo que los principales sistemas constructivos que llegaron de allende el mar fueron arcos, bóvedas y cúpulas, así



Figura 1
Arco Maya, Palenque, Chiapas. En Ma. Teresa Guaitoli y Simone Rimbaldi. *Lost Cities from the Ancient World.* Edizioni White Star. Vercelli, 2012. p.259



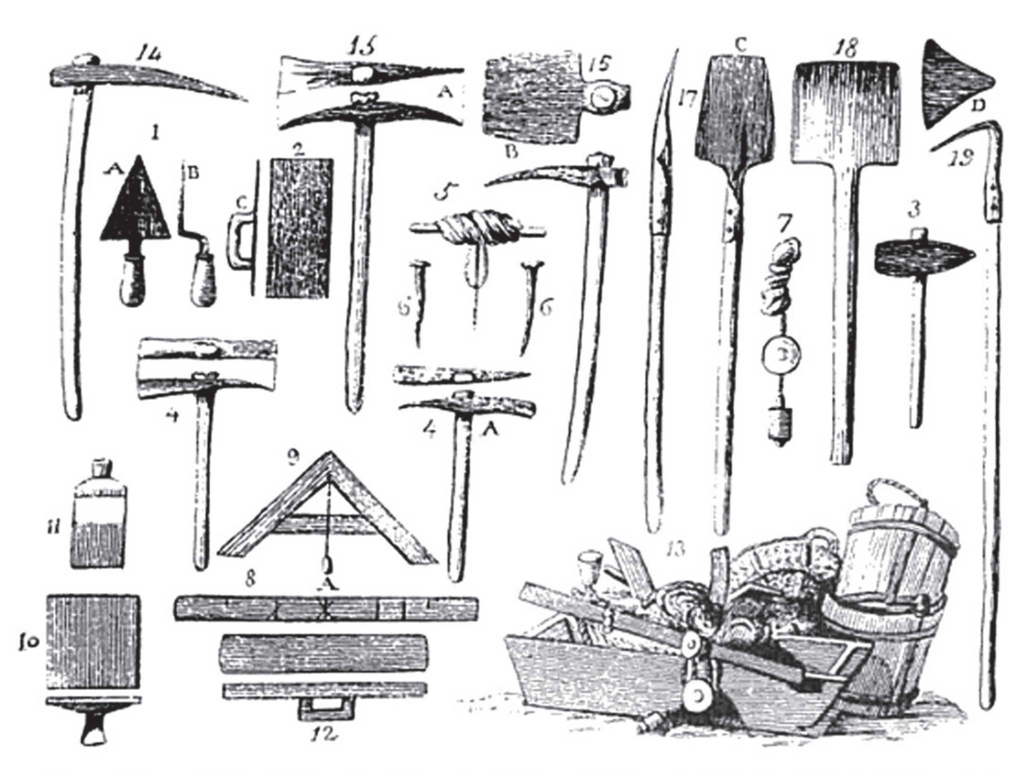
Figura 2
El Tajín, Veracruz. *Arqueología Mexicana.* Num.60. Febrero 2015. p.67



Figura 3
Carpintería de lo blanco. Tzintzuntzan, Michoacán. (Xavier Cortés Rocha 2008)



Figura 4
Bóveda del Convento de Santo Domingo, Oaxaca. (Xavier Cortés Rocha 2009)



1: Paleta, **2**: Llana, **3**: Pico, **4**: Piquetilla, **5**: Cuerda, **6**: Clavos, **7**: Plomada, **8**: Regla, **9**: Nivel, **10**: Esparabel, **11**: Fratás, **12**: Talocha, **13**: Cubos, cuezos, espuertas, **14**: Piqueta, **15**: Zapapico, **16**: Azadón, **17**: Pala de hierro, **18**: Pala de madera, **19**: Batidera.

41. Utiles de albañil (Villanueva)

Figura 5
Herramientas de Albañil. En Rafael Coméz. *Los constructores de la España Medieval*. 2006. Universidad de Sevilla. Sevilla, 2006. p.161

como el conjunto de saberes agrupados en lo que se ha denominado *carpintería de lo blanco.*

También llegaron con los constructores españoles la geometría euclideana, la práctica de la montea, imágenes, tratados, estampas y las herramientas de fierro; y también lo hicieron los carros y las máquinas.

Los Tratados de Arquitectura

Los tratados llegan tempranamente a la Nueva España, formando parte de las bibliotecas de las órdenes religiosas y de las catedralicias, figuran entre los libros que poseían los maestros de arquitectura, fueron objeto de interés de los grandes señores y referencia para los humanistas e ilustrados, interesados en la cultura y las artes.

El primer virrey, Don Antonio de Mendoza poseyó y anotó un ejemplar del tratado de Leon Battista Alberti (Tovar y de Teresa, et. al. 1992. p.19). De la obra de Vitruvio existen varios ejemplares publicados en diferentes siglos, incluyendo uno impreso en el siglo XV, y Cervantes de Salazar en sus Diálogos Latinos de 1554, cita a Vitruvio como autoridad. Llegaron y fueron utilizadas en la Nueva España las más prestigiadas obras, de Serlio, Palladio, Scamozzi, Vignola y de otros reputados tratadistas, obras cuyos ejemplares obran en los repositorios o que son cita-

das por arquitectos o cronistas. Sin embargo cabe hacer notar que la influencia de los tratados debe verse a través de la lente de la práctica novohispana.

> Los arquitectos mexicanos no siguieron servilmente a los tratados ni a los grabados de las obras maestras europeas, sino que las incorporaron a su expresión estilística y ornamental, valiéndose de los recursos que les otorgaron sus búsquedas siempre originales, habiéndose creado no solamente la arquitectura «mexicana» sino que las diferentes regiones tuvieron acentos diferentes (Ortíz Macedo, 1994. p.23).

Entre las obras de mayor solidez para los aspectos geométricos y constructivos y muy usadas en la Nueva España estuvieron la de Fray Lorenzo de San Nicolás *Arte y Uso de la Arquitectura* de mediados del siglo XVII y el tratado del padre Vicente Tosca del XVIII.

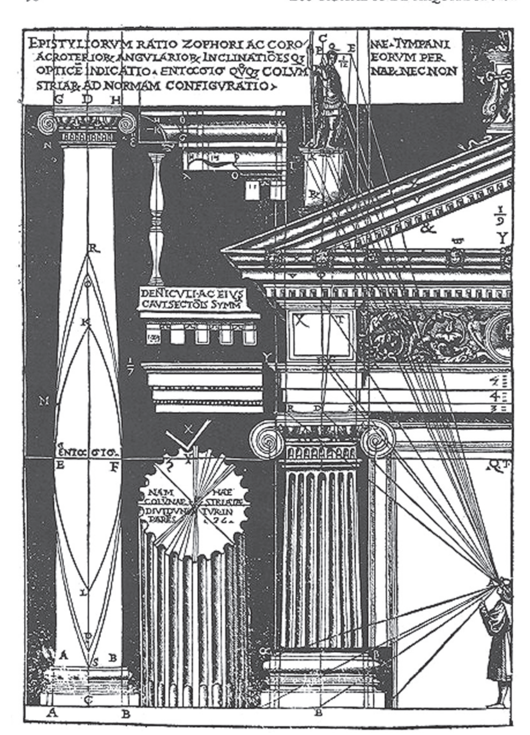


Figura 6
Vitruvio por Cesariano. En Dora Wiebenson. 1988. *Los Tratados de Arquitectura*. España, Blume



Figura 7
Frontispicio de Sebastiano Serlio. *I cinque ordini d'archittettura di Serlio, Vignola, Palladio e Scamozzi*. México. Biblioteca Nacional, UNAM

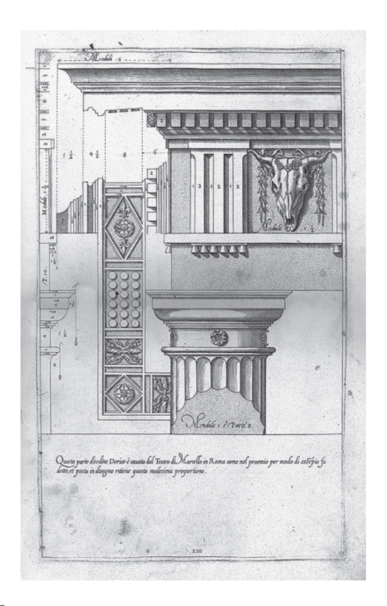


Figura 8
Orden Dórico del Teatro de Marcello. Vignola. I cinque ordini d'architettura di Serlio, Vignola, Palladio e Scamozzi. Biblioteca Nacional, UNAM

Constructores de conventos y constructores de catedrales

Los conjuntos conventuales

La empresa constructiva más relevante e innovadora del primer medio siglo de dominio español fue el conjunto de conventos, cerca de 300, que levantaron en todo el territorio de la Nueva España las tres órdenes mendicantes: franciscanos, dominicos y agustinos como instrumento para la evangelización. Los conventos se construyeron en los sitios de población indígena en todo el territorio de la Nueva España, con un programa arquitectónico inédito que responde a los requerimientos de la tarea evangelizadora, la que incluía grandes espacios al aire libre, «atrios» o sea grandes patios o explanadas, capillas abiertas y capillas posas, el convento y, después; la iglesia cubierta (Kubler, 2012; Meli, 2011).

El templo es el área cubierta más amplia del conjunto, la solución más común es la *nave rasa,* o sea una planta rectangular alargada, con la puerta al poniente, en el extremo oriente el presbiterio podía alojarse en un espacio cuadrado, poligonal o semicircular; en menor número los hubo de tres naves, planta basilical, con arcadas dividiendo la nave central de las laterales y menos aún son los de planta *criptocolateral* (Kubler, 2012. p.243) o sea edificios de nave única con capillas laterales construidas entre los estribos, solución usada en los conventos urbanos y en Yucatán.



Figura 9
Patio del exconvento de Cuitzeo, Michoacán. (Xavier Cortés Rocha 2009)



Figura 10
Portada del exconvento de Cuitzeo, Michoacán. (Xavier Cortés Rocha 2009)

Kubler registró 273 fundaciones mendicantes en el periodo que estudió, pero si se suman Chiapas y Yucatán Meli estima el número en cerca de 300, y hay que decir que misiones se siguieron construyendo en el norte hasta 1823, dos siglos y medio después del cierre de Kubler.

En la primera época los directores de obra solían ser frailes con conocimientos de construcción, en algunos casos se conocen los nombres y a algunos de ellos la historia los ha registrado como arquitectos, tales como fray Juan de Alameda, quien trabajó en Huejotzingo desde época temprana; después de 1550 hubo también arquitectos, tales como Francisco Becerra, arquitecto, también en el área poblana y responsable de la catedral de Puebla. En los conventos franciscanos de Michoacán y Guanajuato trabajó fray Juan de San Miguel y en los grandes conventos dominicos de la primera época ejerció Juan de Barbosa, legendario arquitecto portugués y en el valle de México el célebre Claudio de Arciniega realizó la portada del convento agustino de Acolman.

Cimentaciones

Las cimentaciones eran simples ampliaciones de los muros que suponían escalonamientos que podían ir desde ¼ de vara, hasta la mitad del ancho del muro, con la profundidad necesaria para encontrar el suelo firme.

Apoyos

Los muros podían ser extraordinariamente gruesos, hasta de 20 pies como en algunos casos de Yucatán,[1] El espesor debía ser suficiente para evitar el volteo, debido a la altura del muro, del empuje horizontal, o coceo y del empuje debido al sismo, podían ser de adobe, de mampostería de piedra (cal y canto), o de caras de mampostería y relleno mas pobre, también de mampostería, con mortero más pobre de cal o terciado de lodo. Las esquinas y los lienzos de la portada de sillares labrados.

Los estribos o contrafuertes también solían ser de gran masividad. La suma del ancho del muro y el contrafuerte podía tener entre 1/4 y 1/3 del claro. La dimensión necesaria podía hacer aconsejable dejar un hueco en los contrafuertes y convertirlos en arcos botareles. Pueden verse contrafuertes cuya sección fue aumentada al notar insuficiencia. Al ver las plantas en los templos cuya nave está dividida en secciones, con pilastras y arcos perpiaños podemos recordar las soluciones y procedimientos de Rodrigo Gil de Hontañón y los posteriores de Fray Lorenzo de San Nicolás. Desde luego los templos con cubierta de madera atirantada requerían de menores estribos, como puede verse en los casos que usaron esos sistemas de techo.

Las porterías y los corredores de los claustros requerían sucesiones de apoyos aislados que sostenían arquerías de cantera o en los casos más modestos dinteles de madera, gualdras con zapatas sobre los apoyos. Los apoyos pueden ser modestos pilares de ladrillo o de piedra, de sección compuesta, o columnas de piedra con secciones clásicas, toscanas las más veces.



Figura 11
Contrafuerte del presbiterio de Yanhuitlán. En Roberto Meli. *Los Conventos Mexicanos del siglo XVI*. p.326

Cubiertas

Las cubiertas se resolvieron con techos de madera o con bóvedas, los primeros se usaron extensamente hasta el siglo XVII, aunque muchos fueron sustituidos posteriormente por bóvedas. Los techos de madera, en claros cortos podrían ser simples envigados a nivel, el llamado techo franciscano, con canes o ménsulas en los arrastres, tablazón, terrado y enladrillado para dar cuerpo aislamiento y pendientes, con arcos de liga para troquelar la nave a tramos; en otros casos las vigas se colocaban longitudinalmente entre

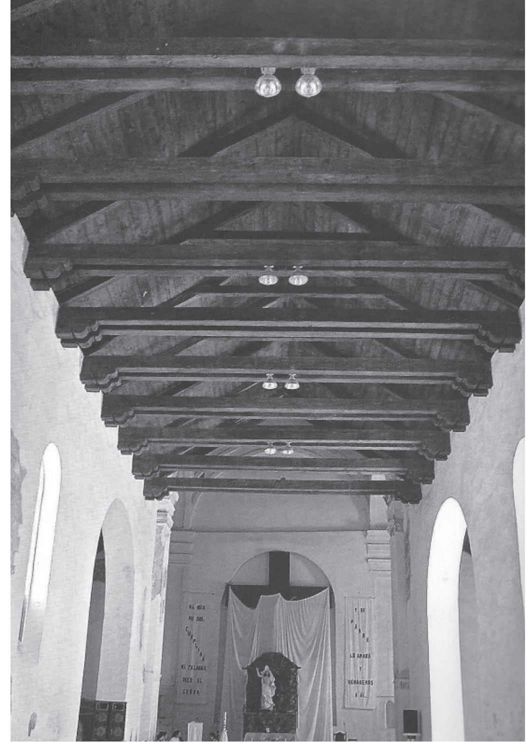


Figura 12
Interior de la cubierta de Copainalá. En Roberto Meli. *Los Conventos Mexicanos del siglo XVI*. p.323

los arcos. En claros mayores o en plantas basilicales se empleaban las soluciones de la *carpintería de lo blanco*, par y nudillo y en su caso artesones, que podían ser muy ricos.

Bóvedas

Mediando el siglo XVI se comenzaron a construir bóvedas, primero bóvedas corridas de medio cañón, que requerían de menos conocimientos y experiencia, pero que producen coceo, o sea empujes horizontales importantes; una variante es la división en tramos, con arcos fajones o perpiaños que se apoyan en medias muestras o en pilastras.



Figura 13
Bóveda en el convento de San Juan Bautista Yecapixtla. En Alfonso Toussaint. *Conventos en Morelos*. p.68

La evolución se inclinó hacia los tramos cubiertos con bóvedas vaídas con nervaduras, solución que privaba en las catedrales renacentistas españolas. La bóveda vaída es una superficie que se genera al hacer secciones verticales en una media esfera que tiene como diámetro la diagonal de un tramo cuadrado. Esa forma permite concentrar la mayor parte de los esfuerzos en cuatro puntos. La forma más sencilla es la de crucería de cinco claves, con ojivos o cruceros en diagonal que concurren en la nave central y terceletes dividiendo los sectores y generando las otras cuatro claves. Sin embargo las soluciones podían ser mucho mas elaboradas y usar anillos y nervaduras curvas, a la manera de las usadas en Segovia, en Astorga y en Sevilla. A veces solo el presbiterio y el ante-presbiterio se cubrían con ese tipo de bóvedas pero por lo menos en 15 casos las bóvedas nervadas cubren todo el templo (Meli, 2011. p.151).

Posteriormente las bóvedas de arista y las bóvedas de cañón con lunetos, de más fácil ejecución y buen comportamiento estructural habrían de sustituir totalmente a las bóvedas nervadas, que dejaron de construirse en una generación.

Las catedrales

Las catedrales de México forman parte de la serie de grandes catedrales españolas que se construyeron en los siglos XVI y XVII, en pleno Renacimiento, pero en medio de una tradición constructiva que era una continuación del modo gótico, por la distribución de la planta, el uso de materiales y sistemas constructivos y, particularmente, por la solución de las cubiertas, en una época de florecimiento constructivo y de cambio en la organización de la construcción. Los maestros españoles empezaban a develar los secretos de su oficio en sus manuscritos, destinados a ser copiados y, en el mejor de los casos, a ser impresos. Los más de esos documentos destinados a los canteros, algunos a los albañiles y otros, no menos valiosos y elaborados, a los carpinteros de lo blanco. En ese ambiente, no sin tropiezos al principio, pero con una vocación de grandeza, surgieron las primeras sedes de México.

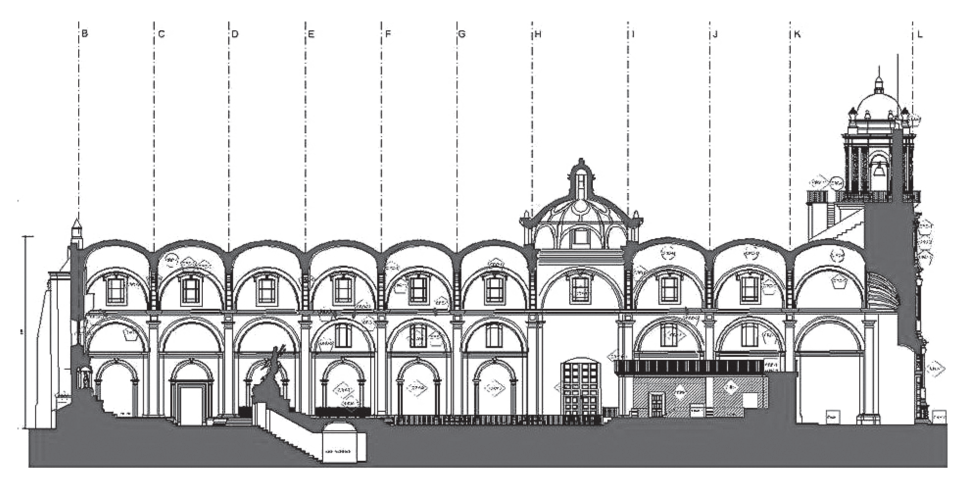


Figura 14
Sección longitudinal ilustrada de la Catedral de Oaxaca. Dirección General de Sitios y Monumentos del Patrimonio Cultural, CONACULTA. 2008

Las catedrales fueron los edificios a los que se dedicó la mayor atención y esfuerzo. En su fábrica, en su decoración y en su ajuar. Las construidas durante el primer siglo del virreinato fueron proyectadas y dirigidas por maestros canteros formados en los talleres de la vieja España, en ese florecimiento que tuvieron las catedrales españolas en el siglo XVI en Castilla, Extremadura y en las distintas regiones de Andalucía. Los sueldos de los maestros eran pagados por la Corona, siendo el rey el patrono de las obras, por lo cual la selección de los maestros debería ser hecha por el virrey y confirmada por el rey mismo. Se conserva la planta propuesta para la actual catedral de México, atribuida a Claudio de Arciniega. Los trazos de montea eran práctica común y los maestros contaban con los libros e instrumentos necesarios para apoyar su trabajo.

Las plantas, alzados y sistemas constructivos fueron semejantes a los usados en España; plantas basilicales, casi siempre con capillas laterales, alojadas entre los muros que servían de estribos, proporcionando el contrarresto necesario para el empuje lateral. Columnas o pilares compuestos de orden clásico, dórico o corintio y danzas de arcos de medio punto dividiendo la nave central y las laterales. Muros de cal y canto con refuerzos y adornos de sillería. Normalmente techadas con cubiertas de artesón y algunas veces decoradas ricamente, sin embargo esas cubiertas fueron sustituidas por bóvedas de cantera, salvo en los casos de San Cristobal en Chiapas y en Tlaxcala, la que elevada a



Figura 15
Portada de la Catedral de Mérida, Yucatán. El Universal, 2012

catedral conserva un riquísimo artesonado. A la mitad del siglo XVII se cambió el sistema de abovedamientos. Las bóvedas de cañón con lunetos sustituyeron a las bóvedas vaídas con nervaduras, usando sillarejos de tezontle, piedra ligera volcánica, por razones de economía y rapidez. En las naves laterales bóvedas de plato con pechinas o de arista y vaídas en las capillas colaterales. Ese sistema constructivo demostró su eficacia y durabilidad, siendo usado desde entonces en toda iglesia de cierta importancia.

En un corto periodo se iniciaron varias: catedrales, las de México, Michoacán, Puebla, Guadalajara, Oaxaca y la Ciudad Real de Chiapas. En siglo XVII se empezaron a construir las del norte al avanzar la frontera en esa dirección. La primera catedral en cubrirse fue Mérida de Yucatán, cuenta con tres naves desplantadas a la misma altura, o sea *iglesia de salón*; es una obra mayor del clasicismo mexicano con bóvedas de crucería encasetonadas, y cúpula de media naranja sobre pechinas esféricas, dignas de la mejor tradición jienense.

Hubo dos casos de abandono de las obras por dificultades de construcción: la catedral fallida de Don Vasco de Quiroga en Michoacán, de cinco naves concéntricas, y la segunda catedral de México que fue abandonada ante las dificultades de su cimentación. Para la catedral de México, la tercera y definitiva, se desarrollo un sistema de cimentación que permitió superar las dificultades que imponían el suelo y la necesidad de contar con una base que permitiera contar con un diafragma para soportar los sismo sin que se separaran unas partes de otras. La cimentación, iniciada en 1562, es una obra maestra que permitió hacer posible la construcción y a la que se debe en buena medida la supervivencia del monumento hasta el día de hoy. Se procedió primero a hincar miles de estacones de madera, de 2,5 a 3 m. de longitud y de 25 cm. de diámetro separados entre si de 42 a 60 cm. El estacado era un sistema utilizado en las construcciones prehispánicas para dar firmeza al terreno. Sobre el terreno así reforzado se esparció una capa de carbón vegetal y sobre ella se tendió una capa de mortero, a manera de plantilla, posteriormente se construyó una plataforma o pedraplén, construido de rocas basálticas, tezontle y mortero, cuyo espesor varía entre 1,2 y 2 m. (Tamez, 1995. p.43-45) ese pedraplén sobresale varios metros de los paños del edificio, lo que permite suponer que se hizo todavía con el proyecto de construir la catedral de siete crujías. El sistema para cimentar fue prescrito por los arquitectos a los que se pidió opinión antes de proseguir de nueva cuenta los trabajos (Toussaint, 1992. p.28) Cabe sin embargo recordar que se estaba adoptando la tecnología que usaban los mexicas para desplantar sus grandes construcciones en el mismo suelo lacustre. Sobre el pedraplén se construyó una retícula de contratrabes de mampostería con sección de 2,5 m de ancho con peralte de 3,5 m [dos estados] y sobre esas contratrabes se desplantaron muros y pilares.

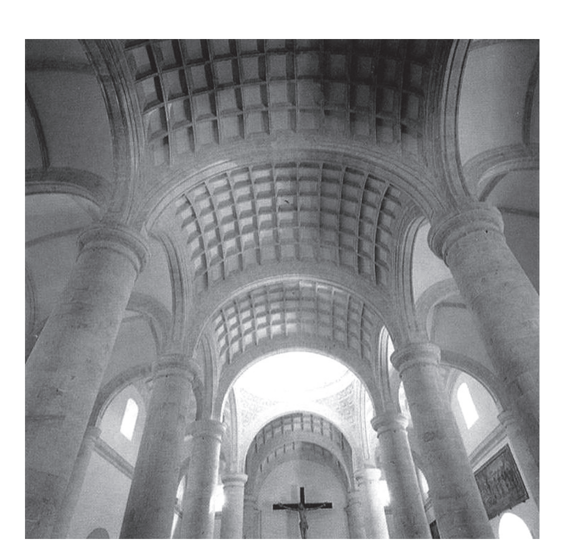


Figura 16
Bóveda encasetonada de la Catedral de Mérida, Yucatán. (Xavier Cortés Rocha 2010)

El proyecto tipo está basado en el escalonamiento de las naves y en la construcción de un *cinturón de contrarresto*, como lo ha llamado López Carmona, formado en los costados por la serie de capillas devocionales divididas por gruesos muros que transmiten las cargas inclinadas a la cimentación y en los lados cortos potentes estribos cumplen con la misma función. El propio López Carmona hizo el análisis gráfico para el caso de la catedral de México, si bien el caso crítico es el de Oaxaca por la severidad de los sismos que ahí se presentan.

Fray Andrés de San Miguel

Fray Andrés de San Miguel, arquitecto en toda la extensión de la palabra, merece ser considerado aparte,

por haber realizado una amplia obra constructiva y escrito su libro en la Nueva España. Andrés de Segura de Alcuña, como se llamó en el mundo nació hacia 1577 en Medina Sidonia; muy jóven se embarcó para la Nueva España e ingresó como hermano lego en la orden de Carmelitas Descalzos en el año de 1600 (Báez Macías, [1577-1652] 2007).

No se conocen las circunstancias de su formación como arquitecto, que dio como resultado un saber sólido y variado, sin embargo cabe recordar que en la región donde nació se desarrolló en los siglos XVI y XVII una escuela notable de estereotomía, en la que participaron Hernán Ruiz, los Vandelvira y Ginés Martínez de Aranda, entre otros, y se ha considerado a fray Andrés de San Miguel como parte de esa escuela andaluza de cantería por el parecido de sus soluciones gráficas en materia de bóvedas con las desarrolladas por esta escuela (Gómez, 1998. p.p. 34 y 44).

Su importante obra, desarrollada a lo largo de muchos años, y compilada en un manuscrito, incluye las diferentes variantes de programa que caracterizaban a su orden, colegios, conventos y eremitorios. Fue un experto también en obras hidráulicas; en esa calidad fue llamado por el Virrey en 1631 para opinar sobre las obras del desagüe del Valle de México. Diseñó acueductos, y al final de su vida un puente muy importante en Salvatierra.

El contenido del libro es muy variado, ya que con los textos de arquitectura intercala disquisiciones de temas tales como el relato de su naufragio, el informe sobre la hidrología y el desagüe de la ciudad de México, en una recopilación poco ortodoxa, sin embargo los textos y más aún las figuras son de un enorme valor.

Refiriéndonos solo a la parte arquitectónica, el manuscrito se inicia con la descripción del templo de Salomón, sigue una sección con definiciones y generalida-

XXXVI. Escorzo de una cornisa toscana.

Figura 17
Escorzo de una cornisa toscana. *Obras de Fray Andrés de San Miguel.* Eduardo Báez y Macías. Siglo XXI, México 2007

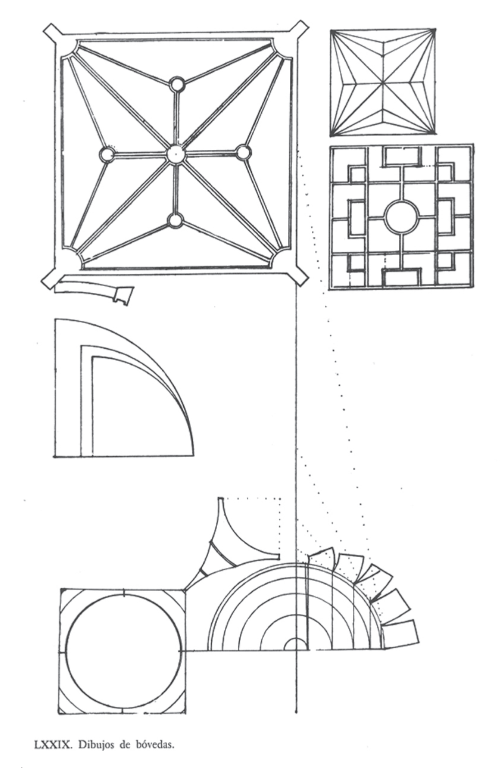


Figura 18
Dibujos de bóvedas. *Obras de Fray Andrés de San Miguel.* Eduardo Báez y Macías. Siglo XXI, México 2007

des sobre arquitectura; en ésta y otras secciones se ve la influencia del tratado de Vitruvio de quien recoge trozos completos, muchas veces literalmente y cita también a Alberti con preferencia de otros autores. Otra sección está dedicada a la geometría, siguiendo a Euclides, con muchas ilustraciones; otra más, también ilustrada, se ocupa de la gnomónica y se incluye también un tratado sobre perspectiva, con escorzos de figuras geométricas, de elementos arquitectónicos, de escaleras, de arcos y de los elementos del orden toscano.

Una de las secciones más valiosas por su originalidad y riqueza es la que dedica a la carpintería de lo blanco, materia por la cual revela una predilección especial y que ilustra con valiosos dibujos (Báez Macías, [1577-1652] 2007. p.70).

A continuación de lo anterior se presentan una serie de dibujos arquitectónicos: retablos y una espadaña; varias plantas de conventos, entre ellas figura la planta del convento de San Ángel y un convento idealizado con capilla de planta central en el centro de la composición. Siguen ilustraciones sobre trazo de bóvedas y por último se presentan los proyectos de acueductos y máquinas hidráulicas.

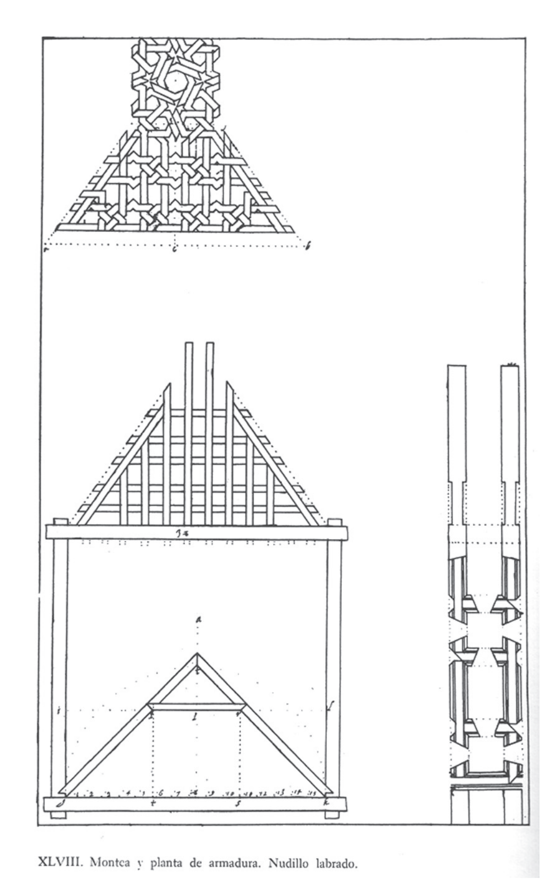


Figura 19
Armadura. *Obras de Fray Andrés de San Miguel.* Eduardo Báez y Macías. Siglo XXI, México 2007

La organización gremial, las ordenanzas y los exámenes

A partir de 1570 en Puebla y 1599 en México, el ejercicio de la arquitectura estuvo regido por ordenanzas que, a semejanza de las de Sevilla, Toledo y otras ciudades españolas normaban el ejercicio de la profesión, la organización del gremio, el aprendizaje en taller y el examen como única vía de acceso a la maestría y por tanto a la autonomía profesional.[2]

Las ordenanzas de albañilería, como eran llamadas, tenían como propósito mantener la calidad de la producción, regulando la vida del gremio; ésto tenía como propósito proteger a los miembros de la corporación de la práctica que pudieran ejercer operarios no calificados ni sujetos a la disciplina que imponía la corporación y las propias ordenanzas. El gremio estaba conformado por el conjunto de maestros aprobados para el ejercicio del arte, u oficio según se le viera, y de ellos dependían oficiales y aprendices. Había figuras de autoridad dentro del gremio, como los veedores que tenían a su cargo los exámenes y resolvían asuntos de importancia y, eventualmente, alcaldes. Esta organización no era diferente de la de oficios como carpinteros, ensambladores, doradores y otros que no requerían de una formación y conocimientos como los que requería un maestro arquitecto, independientemente de cómo se le denominase en los siglos XVI y XVII.[3] Las ordenanzas también establecían las sanciones que se impondría en caso de contravención.

El examen de maestría

El examen, el protocolo de su realización, los contenidos que debían formar parte de el, son parte importante de las ordenanzas (Fernández, 1985. p.287-291; Reyes, 2004). La prueba constaba de una parte teóri-

ca y otra práctica, en la obra. El examinando debía ser *competente, hábil y suficiente* en diferentes materias, a saber:

- *Compás y regla,* lo que implicaba que manejara, de manera práctica, la solución de problemas de geometría, sistemas de trazo, sistemas de proporciones o relaciones numéricas emanadas de Vitruvio y de Euclides, además de las reglas de aritmética básicas, y conocer el sistema de medidas y su aplicación a la construcción (Olvera, 2011. p.12).
- *Diferentes modos de edificios*: civiles, religiosos, militares e ingenios hidráulicos, así como *plantas de ciudade*s y *en que parte se ha de edificar para sanidad de la vida humana.* Conociendo para ello la geometría y sistemas de proporciones.
- *Elementos arquitectónicos*: arcos *de todo género*, de los cuales se enlistan siete, las diferentes clases de bóvedas [capillas], según su geometría, las escaleras rectas o de caracol, chimeneas y *medidas de las portadas y sus proporciones.* Tejados y solados de distintos materiales y sistemas constructivos; así como *la cuenta que se tiene que guardar en los hormigones* (mezclas y proporciones para las mamposterías)
- *Principios de estabilidad estructural:* arcos de todo género y *saber los estribos que cada uno de ellos demanda.* Saber *el grueso y sondo* (sic) *de paredes según lo que han de ser levantadas.*

Aprobado el examen se expedía la *Carta de Examen* que facultaba para el ejercicio profesional y que era el documento que un maestro podía exhibir ante cualesquiera autoridades y contratantes *en todos los señoríos de su magestad* para dar certeza de su capacidad y experiencia.

En 1735 los más destacados arquitectos presentaron una propuesta para actualizar las Ordenanzas, uno de

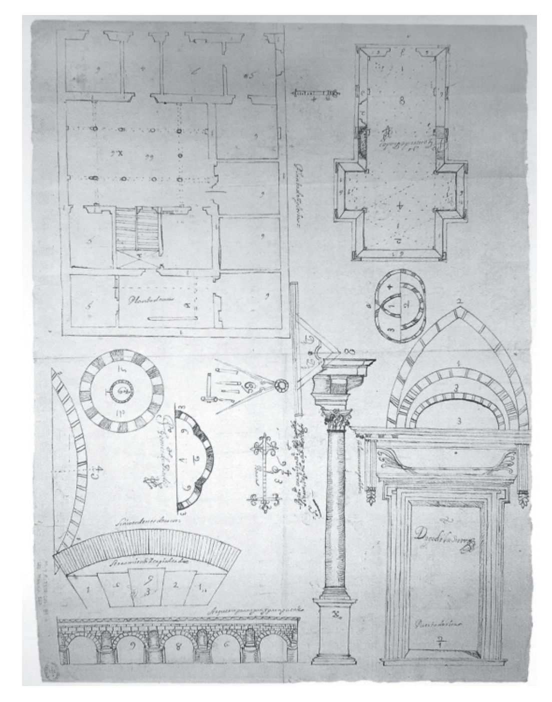


Figura 20
Anverso examen Diego de la Sierra. *Los siglos de Oro en los Virreinatos de América, 1550-1700.* Museo de América. Madrid, 2000. p.285

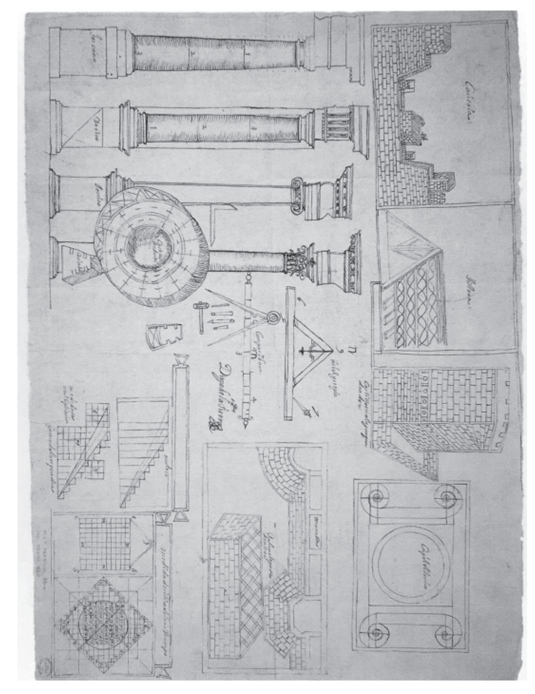


Figura 21
Reverso examen Diego de la Sierra. *Los siglos de Oro en los Virreinatos de América, 1550-1700.* Museo de América. Madrid, 2000. p.285

los puntos mas importantes era cambiar la denominación, para llamarse *Arte de Arquitectura* y *tildarse Albañilería,* otros tenían que ver con los requisitos de ingreso, años de experiencia previa, inclusión de los indios y sobre la asistencia a los exámenes (Reyes y Cabañas, 2004). Un nuevo documento se presentó en 1736, La propuesta fue y vino pero la engorrosa burocracia virreinal hizo que nunca fuera aprobada y es así que se llegó al momento de la disolución de los gremios con las reformas borbónicas sin que se modificara la Ordenanza (Reyes y Cabañas, 2004).

Los constructores de palacios

Los palacios nobiliarios

Desde el siglo XVI, Hernán Cortés se hace construir dos castillos-palacio en la ciudad de México, sobre las ruinas de los palacios viejo y nuevo de Moctezuma y uno más en Cuernavaca, cabecera de su estado-marquesado. La construcción de fortalezas fue reprimida y son pocos los edificios del género construidos en el siglo XVI que subsisten, en la segunda mitad del siglo XVII empezaron a construirse nuevos palacios, pero es en el siglo XVIII en que al otorgarse numerosos títulos, se construyeron excelentes palacios y casas nobiliarias, no solo en la ciudad de México sino en todas las capitales provinciales, hasta en las más remotas del norte. En ocasiones construidxos en un barroco delirante, como algunos ejemplos queretanosy el de Guadalupe de Aguascalientes; en otros casos, en un fino estilo neoclásico, como el de Casa Rul en Guanajuato y el de la Canal, en San Miguel de Allende, neoclásico, afrancesado.

Los palacios nobiliarios de la Nueva España tenían un programa propio que estudió Luis Ortiz Macedo, con elementos de aparato, tales como salón del dosel, salón del estrado y oratorio, con las habitaciones de la familia en la *planta noble*; almacenes, oficinas y *accesorias* en la planta baja, un patio principal al frente con corredores y arcadas con columnas de cantera, por tres o cuatro lados, y elegante escalera. En la parte posterior uno o varios patios de servicio con habitaciones de la servidumbre, caballerizas pajares y corral. Podían tener torreón de esquina con mirador en la azotea y adorno de almenas sobre el pretil.

Entre los constructores de palacios para la nobleza destacó Francisco Antonio Guerrero y Torres, arquitecto de viejo cuño pero innovador en cuanto a la concepción estructural de los patios y las escaleras; fue autor de varios de los ejemplares más sobresalientes.



Figura 22
Litografía de la Casa de los condes de San Mateo de Valparaíso, Ciudad de México. En *Edificaciones del Banco Nacional de México. Seis virreinales y una contemporánea*. Banamex. México, 1988



Figura 23
Casas nobles de Querétaro. (Xavier Cortés Rocha 2007)



Figura 24
Casa de los Condes de San Mateo de Valparaíso. Ciudad de México. *Edificaciones del Banco Nacional de México. Seis virreinales y una contemporánea*. Banamex. México, 1988

Los sistemas constructivos poco variaron durante los tres siglos, gruesos muros de cal, desplantados sobre cimientos del mismo material, que van disminuyendo de sección a cada nivel; cuando se disponía de tezontle, piedra volcánica porosa, ésta se terciaba con el basalto, para restar peso sin disminuir estabilidad. En pisos y techos el sistema era viguería, adornada y pintada, sobre ménsulas para disminuir el claro, éstas descansando en soleras corridas de madera. Sobre las vigas cama de tabla o tejamanil y sobre esto relleno de tierra y solado de barro; las azoteas cubiertas con enladrillado, con pendientes para desaguar y canales de piedra, *con sus chiflones de plomo.* Los refuerzos y adornos de los muros son de cantera, en esquinas, jambas, cerramientos y la base de los balcones. La decoración fue variando, de muy sobria en el siglo XVII, hasta delirante en algunos casos a mediados del XVIII, para finalizar en los ejemplos elegantes y serenos del neoclásico. El portón fue siempre un elemento a resaltar.

Los palacios asiento de instituciones

Otros palacios son los vinculados al gobierno o con instituciones, tales como el Palacio Real, asiento del gobierno virreinal, construido sobre el palacio nuevo de Hernán Cortés y éste a su vez sobre las Casas Nuevas de Moctezuma, cuyo conjunto ocupa un terreno de cuatro hectareas, las Cajas Reales y Casas de Moneda, en distintas ciudades, La Real Fábrica de Tabacos, los colegios y, rematando el periodo, el Palacio de Minería, asiento del Real Seminario de Minas y obra con la que cierra la época virreinal, obra de Manuel Tolsá.

La Architectura Mechanica

Existe un manuscrito de autor anónimo, de la segunda mitad del siglo XVIII que su autor denominó *Ar-*



Figura 25
Frontispicio del manuscrito original. *Architectura Mechanica.* Archivo General de la Nación

chitectura Mechanica conforme la práctica de esta Ciudad de México.[4] Aquí analizaremos este documento, desde el enfoque que nos brinda la historia de la construcción. Desafortunadamente no se conservan las ilustraciones, pero el texto es muy rico, con una clara orientación didáctica. Para los efectos de este trabajo los contenidos se han organizado por temas y no aparecen en la secuencia del documento original, ya que el propio documento no tiene un orden predeterminado.

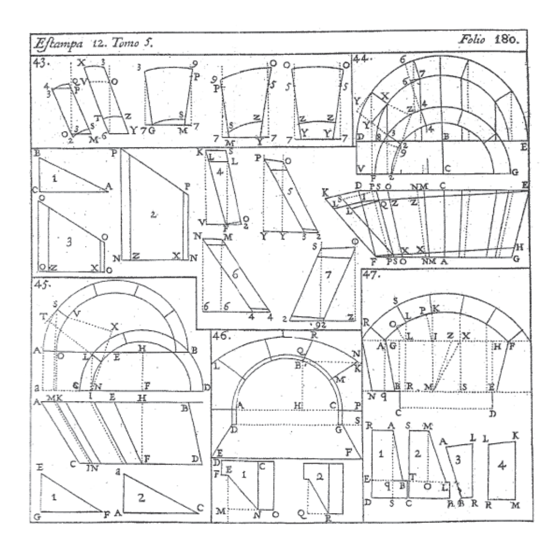


Figura 27
Arcos y Cantería. En Vicente Tosca [1727] 2008, *Compendio Matemático*. Madrid. Editorial Maxtor

Los libros

Recomienda los libros que debe poseer y utilizar el arquitecto. Del vasto acervo bibliográfico existente en la Nueva España de entonces, se relacionan tres libros, como aquellos más adecuados para el ejercicio de la arquitectura.

El primero que cita es el *Compendio Mathematico* del doctor Tomás Vicente Tosca, de la Congregación del Oratorio de Valencia, publicado en Valencia en 1712 y después en Madrid (Tosca, 1727), de uso muy extendido. En la parte dedicada a la Arquitectura Civil incluye los cinco órdenes clásicos y todo lo que tiene que ver con montea y cortes de cantería, arcos y bóvedas con sus estribos así como escaleras (Wiebenson, 1988. p.110).

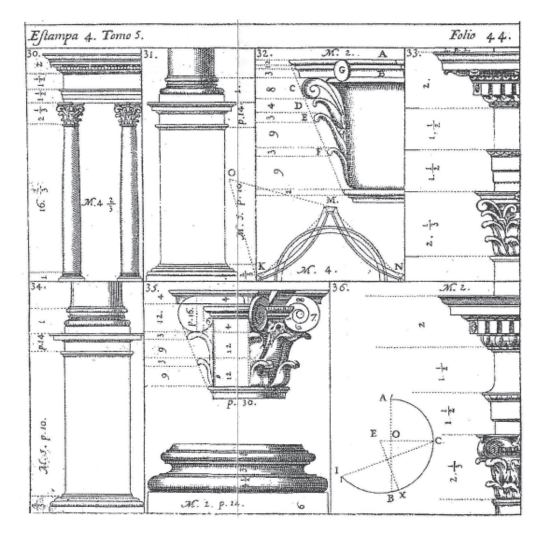


Figura 26
Del orden corintio (figuras 34-36) y del Orden compuesto. En Vicente Tosca [1727] 2008, *Compendio Matemático*. Madrid. Editorial Maxtor

El segundo libro citado es el *Arte y Uso de la Arquitectura* de Fray Lorenzo de San Nicolás, constructor agustino del siglo XVII, de amplísima experiencia y texto muy amplio, también muy difundido.[5] De ese libro George Kubler dice que «es el mejor tratado de instrucción arquitectónica escrito jamás» (Wiebenson, 1988. p.100). Obra de la mayor importancia por su accesibilidad y sentido práctico (Shuentz, [1787] 1987. p.102).

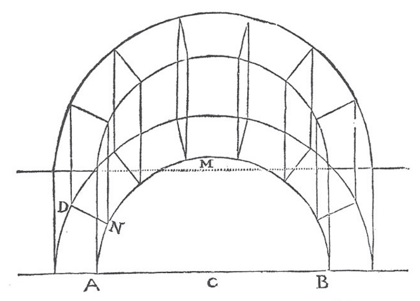
Del tercero, a cuyo autor se refiere como *Uvolfio* dice:

> por lo que escribió de Architectura es tan especial que no ay mas que desear en la materia: Excrivio de argamasas y de otras practicas, que no se hallan en otro Author. (Shuentz, [1787] 1987. p.102).

Se trata de la sección dedicada a la arquitectura civil en el *Elementa Mathasea Universae*, de Christian Wolff, o Christiano Wolfii, que es un compendio matemático que agrupa muchas materias, como los de Tosca y Bails (Bails, [1775]). La obra está escrita en latín en forma argumentativa. Conoció numerosas ediciones, en distintas partes de Europa.[6] La sección

DE ARCHITECTVRA. 68

En lo que toca al arco de medio punto, que puſimos en numero quarto de los cinco, es coſa muy facil: porque no ay quien ignore, q̃ medio punto es vn ſemicirculo, ò la mitad de vn circulo dado ſobre vna linea: y ſupongo, que donde has de hazer el arco de medio pũto tiene de hueco la. A.B. que la diuide el punto. C. ſobre èl haràs cõ el compàs la buelta. A.M.B. y aſsi ſerà medio punto eſte arco. Siendo de ladrillo, ſe ha de aſſentar el cintrel en el punto. C. y dèl tambiẽ han de ſalir los cortes ſi es de canteria, como demueſtra. D.N. y haziendo la plantilla, ò regla cercha. D.N.A. tienes lo neceſſario para labrar todo el arco, aſsi juntas, como paramento concabo, ſin que tengas neceſsidad de nueuas plantillas, como en los arcos paſſados: porque como eſta buelta es igual, neceſſariamente ha de te-



ner juntas iguales. Eſte es vn arco muy perfeto, como en ſu lugar diximos, y muy ſeguro, con tal que los empujos eſtèn acompañados con ſuficientes eſtriuos, de que en ſu lugar dirèmos, aſsi deſte, como de los demas. A eſte genero de arco llaman algunos, arco recto, por diferenciar en los nombres: mas el propio ſuyo es de la ſuerte que eſtà nombrado. Puede ſuceder, que haziendo eſte arco en corredores ſobre colunas, que la primer dobela ſea neceſſario aſ-

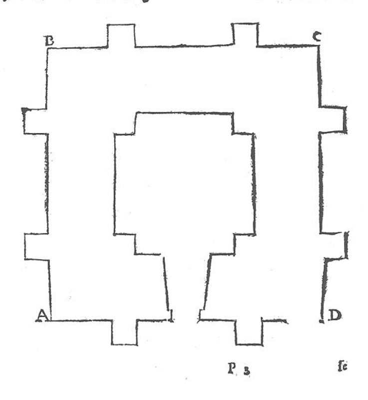
I 4 ſen-

Fray Laurencio de San Nicolás. *Arte y uso de architectura.* Primera parte. Colección Juan de Herrera. Dirigida por Luis Cervera Vera. Albatros ediciones. 1989. Artes Gráficas Soler. Valencia, 1989.

Figura 28
Arco de medio punto. 1989. *Arte y Uso de Arquitectura*. Fray Lorenzo de San Nicolás. Valencia. Artes Gráficas Soler

DE ARCHITECTVRA. 115

mas muy laſtimoſa de ver las quiebras que tiene por dedentro; defeto bien laſtimoſo, por faltarle a las paredes cinco pies de grueſſo. Puedes adornar las torres de vaſſas, pilaſtras, ò colunas, capiteles, alquitraues, friſos, y cornisas; guardando la diſpoſicion q̃ dimos en las cinco ordenes, creciendo las molduras ſegun crece el lugar de ſu aſsiẽto, por lo q̃ diſminuye la viſta. Si la torre fuere redõda, la daràs de alto quatro diametros. Y es de aduertir, q̃ parecerà mayor q̃ la quadrada, y que la ochauada y todo: y la ochauada parecerà mayor que la quadrada, mas de la forma que fuere ha de obſeruar las medidas dichas. Si quiſieres hazer la torre ſin el alma, ò pilar, puedes, cõ tal que eches a la torre eſtriuos por la parte de adentro, y por la de afuera, en eſta forma: Que en la parte de adentro en los quatro angulos eches a cada vno ſu eſtriuo, y correſpondientes afuera; ſegun demueſtra la planta A. B. C. D. y aſsi quedarà ſegura: y aſsi lo eſtà la de la ſanta Igleſia de Toledo. Encima de las cornisas



Fortaleza o torre sin el alma~ Capítulo XLIII. Trata de la fuerte que se ha de planear una torre y de su fortificación y algunas cosas tocantes a muros y fortalezas. Fray Laurencio de San Nicolás. Arte y Uso de Architectura. Primera Parte. p.115. Artes Gráficas Soler. Valencia, 1989.

Figura 29
Fortaleza o torre. 1989. *Arte y Uso de Arquitectura*. Fray Lorenzo de San Nicolás. Valencia. Artes Gráficas Soler

de arquitectura civil, consta de cien páginas seguidas de escasas ilustraciones, no muy cuidadas.

Menciona también entre el primero y el segundo, a titulo complementario, la *Astronomía Universal de Serrano* que «aunque no sirve a la Architectura trae a lo ultimo un tratado de geometria espaciosa (sic) mui esencial a el Architecto».

Los instrumentos de trabajo

Enumera a detalle los instrumentos requeridos para medir, dibujar y realizar trabajos de albañilería:

– De dibujo y geometría para trabajo en gabinete,
  Papel de marca y pergamino, Un estuche con todas sus piezas. La Pantrometra, Un buen abejón y Un redox de péndola y campana.
– De topografía,
  Un abujón[7] para los suelos y que sirva de Relox de Sol.
  Cordeles.
  Vara de medir marcada por el fiel de esta ciudad la qual debe ir dividida.[8]
  Mesa a tres pies portátil.
  Muestra[9] muy fiel para las diligencias de campo.
– Herramientas de albañilería,
  Un abujón para los suelos y que sirva de Relox de Sol.

(289)

ELEMENTA ARCHITECTURÆ
CIVILIS.

SECTIO PRIMA.
DE REGULIS GENERALIBUS ARCHITECTURÆ CIVILIS.
CAPUT PRIMUM.
De Fundamentis seu Principiis Architecturæ Civilis.

DEFINITIO I.

1. Architectura Civilis est Scientia bene ædificandi, h. e. ideam Ædificii animo concipiendi & juxta eam ipsum exstruendi, ita ut scopo Fundatoris ex asse satisfiat.

COROLLARIUM I.

2. Architectura adeo est, dato scopo Fundatoris dataque Area, in qua Ædificium excitari debet, invenire formam ejus, Archetypum animo conceptum delineare, vel etiam formam Ectypam perficere, ut Fundatoris aliorumque peritorum judicio submitti possit, ac tandem imperare Opificibus atque Fabris, quomodo Ædificium ideæ animo conceptæ simile sit exstruendum.

Wolfii Oper. Mathem. Tom. IV.

COROLLARIUM II.

3. Cum nulla detur cognitio scientifica, nisi ratio constet, cur aliquid ita sit, Architectus in promptu habere debet rationes, quas reddat quorenobus cur hoc vel illud ita fecerit.

COROLLARIUM III.

4. Et quoniam Ædificium scopo Fundatoris satisfacere debet (§. 1.), omnia ita fieri debent, ut ostendi possit, non alia, quam hac ratione, eidem magis satisfieri posse.

COROLLARIUM IV.

5. Regulæ adeo Architecturæ Civilis ex consideratione finium singularum partium inveniuntur & inventa eadem duce, dextre applicantur, summo finium considerato rationes suppeditat, quoties de Ædificio Oo aliquo

Figura 30
Primera sección de Arquitectura Civil. En Christian Wolff. [1740-1741] Elementa matheseos universae. Genevae: Apud Henricum Albertum Gosse & socios

Otros temas que se tratan en el documento son:

- *Proporciones y dimensiones* para los distintos tipos de habitaciones de una casa importante.
- *Elementos arquitectónicos:* Da normas para algunos elementos arquitectónicos.
- *Materiales:* Describe los materiales usados en la construcción de la capital novohispana y sus propiedades.
- *Sistemas constructivos*. Enumera y analiza diferentes sistemas constructivos, desde cimentaciones hasta tejados.
- *Pesos y medidas*: Relaciona los pesos y medidas con los materiales y elementos usuales de construcción, unos semejantes a los usados en España y otros al uso local.
- *Léxico y definiciones:* Intenta explicar y aún corregir voces en uso de los constructores, en ocasiones incurriendo en falta.
- *Acceso a la profesión:* Describe el examen que debía aprobarse para ser aprobado como maestro en el arte de la arquitectura y poder «montar taller».
- *El gremio:* Explica la organización gremial, los grados y autoridades en la corporación gremial.
- *Maestrías mayores:* Hce una relación los diversos cargos que conferían al ocupante la condición de «maestro mayor» y sus atribuciones, la flor y nata de la profesión.

Cordeles.
Vara de medir marcada por el fiel de esta ciudad la qual debe ir dividida.[10]
Mesa a tres pies portátil.
Muestra muy fiel para las diligencias de campo.

- Un juego de mapas
  1. El mapa de las Aquas de Don Carlos de Sigüenza.
  2. El mapa de los precios: «Planta Ichonografica para que pueda hacer las tasaciones».[11]
  3. «El mapa de prespectiva de la misma Ciudad».
  4. «El Mapa de las Cañerías…para que sepa dar razón…a el ramo de aguas».
  5. El mapa de todo el territorio de la Nueva España, de Villa Señor, con «lugares, Villas y Ciudades… para la inteligencia del Reyno»[12].

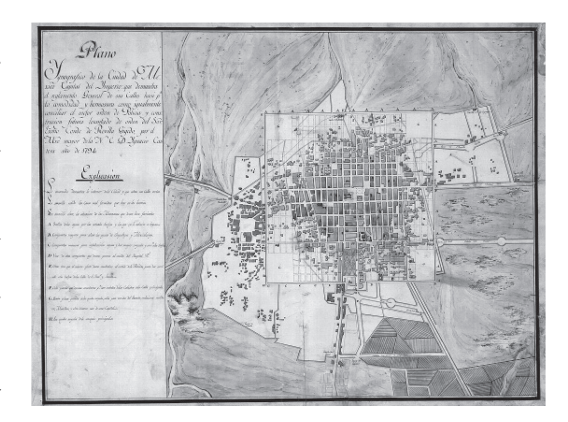


Figura 31
Plano Ichnográfico de la Ciudad de México. 1794. Ignacio Castera. Biblioteca Digital Mundial, 2015

Es por todo esto un documento importantísimo por la forma en que retrata la práctica de la construcción en la ciudad de México en la segunda mitad del siglo XVIII, vista por uno de sus protagonistas.

Los ingenieros militares

Los ingenieros militares fueron una corporación a la que mucho se debió en el cambio de rumbo y el gusto en las construcciones, durante la segunda parte del siglo XVIII. Aunque hubo presencia de importantes ingenieros militares en la Nueva España desde el siglo XVI: Antonelli en San Juan de Ulua, Adrian Boot y Jaime Frank en el XVII en el valle y la ciudad de México; fue sin embargo en el siglo XVIII cuando un número importante de ingenieros militares participaron, no solamente en obras ligadas con las tareas militares, tales como la cartografía y las fortificaciones, sino en la construcción y reconstrucción de obras de arquitectura. En 1671 se había fundado la Academia Real y Militar de Bruselas, la cual con los cambios geopolíticos fue refundada en 1716 como Real Academia Militar de Matemáticas de Barcelona, ahí se formaría la casi totalidad de los ingenieros que pasaron a América a partir de entonces. La arquitectura civil, junto con la militar formaba parte de los estudios en el tercer año y en ese mismo ciclo se aprendían los órdenes clásicos, estereotomía de arcos y bóvedas y el comportamiento mecánico de los elementos constructivos, décadas antes de que funcionaran los cursos regulares de arquitectura en las academias de artes (Capel, 1988. p.130).

También se daba gran importancia a:

> «…el modo de delinear con limpieza, y de aplicar los colores, según práctica, para la demostración de sus partes, su distribución y decoración… haciendo a este fin sus respectivos planos, perfiles y elevaciones…» (Moncada, 1993).

La sólida formación que recibían los ingenieros militares, con bases científicas de construcción y con las herramientas para realizar de manera correcta



Figura 32
Frontón en acceso al Fuerte de San Diego. Acapulco. (Xavier Cortés Rocha 2008)



Figura 33
Vista aérea del fuerte de San Diego, Acapulco. En José Ortiz Lanz. 1993. *Arquitectura Militar en México*. México. Secretaría de Defensa

obras de arquitectura les permitió hacer sombra y aún desplazar a los arquitectos en cargos y encomiendas de obras muy importantes, por etapas hubo ingenieros al frente de las obras de la Casa de Moneda, del Real Palacio y, por un breve periodo, de la catedral de México.

Díez Navarro dirigió las obras de la casa de Moneda y fue maestro mayor de la catedral de México, Miguel Constanzó destacó en todos los órdenes: participó en campañas de reconocimiento, cartografía, relaciones geográficas, proyecto de obras de construcción de obras de carácter civil y militar, director de obras de saneamiento, profesor y censor de la Academia de San Carlos y Agustín Mascaró, por mencionar solo a un tercero, destacó también por su participación en obras de arquitectura en la misma época.

Ortiz de Castro y el cambio tecnológico y artístico

Joseph Damián Ortiz de Castro nació en Coatepec, Veracruz, en 1750. Fue formado profesionalmente como arquitecto según la antigua tradición del gremio, debido al tiempo de su nacimiento y de su ingreso a la profesión, anteriores a la fundación de la Academia de San Carlos y adquirió amplios conocimientos artísticos y tecnológicos a lo largo de su carrera. A partir de 1772 trabajó con el ingeniero militar Miguel Constanzó en las obras de la casa de Moneda y en la fábrica de pólvora de Santa Fe y se declaró discípulo al menos de otros tres arquitectos (Tovar de Teresa, 1995. p.109).

En 1781 obtuvo el cargo de maestro mayor de la Nobilísima Ciudad. Después lo sería de las obras de la catedral. En 1788 solicitó ser admitido como Académico de Mérito de la Academia, presentando para ello el proyecto para la transformación de la catedral de Tulancingo, antiguo convento franciscano, proyecto que fue juzgado «de adecuadas proporciones y juiciosa composición» (Fernández, 1968. Doc. 264), a causa de lo cual fue admitido en la corporación (Moncada, 1993. p.275).

Desde 1782, en que iniciaron los cursos en la que sería la Academia de San Carlos de la Nueva España, Ortiz se incorporó como profesor adjunto del ingeniero Constanzó en la cátedra de geometría y arquitectura, en la que se hacía cargo de *demostrar las lecciones de geometría* y donde seguiría hasta su muerte, acaecida en Tacubaya, villa en las afueras de la ciudad de México el 6 de mayo de 1793, a dos años de haber terminado la obra de las torres de la catedral y a los cuarenta y dos y medio de edad.

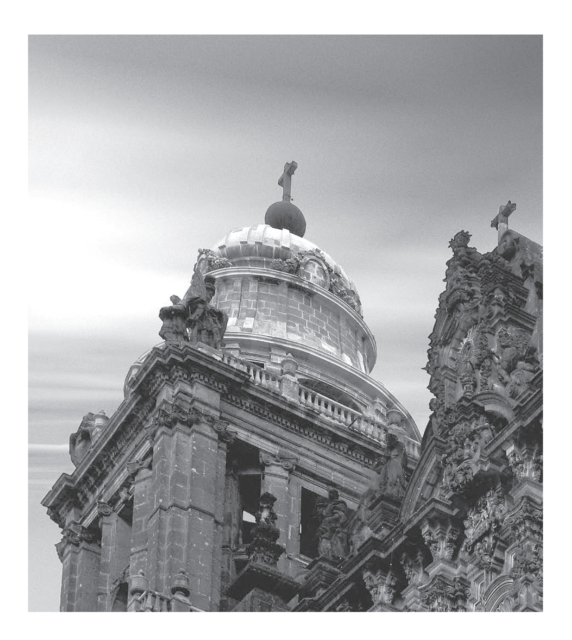


Figura 34
Remate de las torres de Catedral. En Xavier Cortés Rocha (coord.) 2008. *José Damián Ortíz de Castro. Maestro Mayor de la Catedral de México, 1787-1793*. p. 4

Ortiz de Castro hizo gala de su competencia profesional de varias maneras en el proyecto de las torres de la catedral, la primera es su dominio de la geometría, particularmente en el diseño de los remates. La segunda su dominio de la estereotomía, que le permitió solucionar las piezas necesarias para formar las superficies de doble curvatura. Su conocimiento de la mecánica, que le permitió diseñar los refuerzos necesarios para mantener unidas las partes superiores de los remates, y éstas con las esferas y las cruces, que permanecieron en su lugar durante más de doscientos años sin ser intervenidas. Mostró su dominio en el conocimiento del trabajo propio de cada material, la cantera trabajando a compresión, los tímpanos y vigas de madera trabajando a tracción y a flexión y, finalmente el fierro, en los tensores internos, en el zunchado de los pilares externos y en la suspensión de la campana mayor que trabaja a tracción.

Fue un innovador en materia de construcción, al promover el uso de materiales nuevos, como el fierro y el yeso, pero además, como Brunelleschi, montó un taller en las alturas y diseñó máquinas para apoyar las maniobras; se conserva como ejemplo el dibujo del carro que inventó para transportar pesos pesados (Toussaint, 1992. p.65). Para el izado de los materiales primero y de las campanas y las esculturas de remate después, la campana Santa María de Guadalupe, tenía 280 quintales de peso, unas 13 toneladas, armó una máquina compuesta por 27 garruchas que permitió realizar la maniobra con aplomo y seguridad (Toussaint, 1992. P.336). El mecanismo era movido gracias a la marcha de hombres en el interior de grandes ruedas. Con orgullo afirmó: «las torres se fabricaron sin que uno solo sacrificara su vida».

El imperio de la Academia

El Siglo de las Luces, en Francia, y la Ilustración en España, promovieron la vuelta al Ideal Clásico; y en España y sus posesiones, la restauración de la arquitectura greco-romana. En España es hasta bien entrado el siglo XVIII, y bien establecida la dinastía Borbónica, que se sintieron necesarias las academias de arte y de arquitectura.

Las tres funciones de las academias fueron, para los arquitectos:

1. Proporcionar una formación profesional de calidad, controlada por una ferrea dirección supervisada por el estado con un currículum bien establecido, profesores probados y los instrumentos necesarios, modelos vaciados de los mejores ejemplos clásicos, libros, estampas, etc.
2. Evaluación de aspirantes a ingresar en la profesión, a la nueva condición de Académicos.
3. Control y supervisión de proyectos y obras de arquitectura construidas por la Corona: edificios públicos y de importancia, así como los edificios religiosos, catedrales, iglesias importantes y edificios de las congregaciones religiosas.

En 1783 se expidió la Real Cédula de fundación para la Academia de las Tres Nobles Artes de San Carlos de la Nueva España, creada a semejanza de la de San Fernando de Madrid y precedida por el establecimiento de un «Estudio Público de Artes».

La Academia surgió a instancias del Presidente y del Director de Grabado de la Casa de Moneda, quienes convencieron al virrey y a las autoridades españolas de la conveniencia de su instauración para incrementar la calidad de la producción nacional. La Academia encarnaba la modernidad, la imitación de una naturaleza, idealizada y filtrada por los artistas. Se estableció pronto una Junta Superior para controlar la arquitectura oficial y las obras religiosas, que entre otras cosas, habría de «poner coto a la deformidad de los edificios debidos a los antiguos maestros de arquitectura».

Vinieron de España directores bien escogidos para cada una de las secciones y eso hizo que se produjeran obras notables en cada uno de los ramos, bajo la ferrea dirección de Gerónimo Antonio Gil. Durante el periodo virreinal destacaron Antonio González Velasquez en arquitectura, Jimeno y Planes en pintura y Manuel Tolsá en escultura y luego en arquitectura. Tolsá realizó la mayor obra de escultura del virreinato, la estatua de Carlos IV, conocida como «El Caballito» y varios de los edificios más importantes, el Palacio de Minería, dos palacios nobiliarios y las obras de conclusión de la Catedral de México.

La Academia significó el fin del dominio que sobre el oficio y la profesión de la arquitectura ejercieron los gremios, supervisados por los Cabildos, durante dos siglos.

Tras la Independencia sobrevivió ahora como Academia Nacional (brevemente Imperial) de Bellas Ar-



Figura 35
Plaza Mayor de la C. de México con la estatua ecuestre de Carlos IV. Litografía. Murguía. 1883. *Plazas Mayores de México*. Fundación Bancomer. p.202



Figura 36
Fachada principal de la Academia de San Carlos, Ciudad de México. *José Damián Ortíz de Castro. Maestro Mayor de la Catedral de México, 1787-1793*. p.91

tes, con dificultades, si bien durante varias décadas disfrutó del subsidio de la Lotería Nacional. Posteriormente se transformó en Escuela de Bellas Artes. En 1910 fueron incorporados a la Universidad Nacional los estudios de arquitectura, y tras la separación de los estudios de pintura y escultura nació la Escuela Nacional de Arquitectura que subsiste ahora como Facultad, con sus raices en la institución fundada por Carlos III.[13]

Notas

1. El pie castellano y el mexicano, medían cerca de 28 centímetros, 1/3 de vara de Burgos y del patrón del Cabildo de México.
2. Se han establecido las semejanzas y posible filiación de las ordenanzas de la ciudad de México con las hispalenses, ver María del Carmen Olvera Franco, «Los sistemas constructivos en las *Ordenanzas de Albañiles de la Ciudad de México de 1599*».
3. En las ordenanzas se habla de albañiles y alarifes, denominaciones arcaicas para designar a los responsables de las construcciones, excepcionalmente se hablaba de algún arquitecto. En la Nueva España se les llamaba maestros de obra o maestros canteros y alarife tenía otra connotación. A partir del siglo XVIII se reivindica el título de arquitecto.
4. El documento fue publicado por la Universidad de Arizona, con traducción y notas de Mardith K.Shuetz.
5. La primera parte se publicó en Madrid en 1633 y la segunda en 1665.
6. En la Biblioteca Nacional de México existen 9 ejemplares de 7 ediciones, provenientes de los acervos de los antiguos conventos y de la Catedral de México. En Morelia hay otro ejemplar en la biblioteca anexa al antiguo colegio jesuita. Los años de edición van de 1732 a 1763 y los lugares son Verona, Ginebra y Lausana. Cuatro de ellos corresponden a un *Compendium* de menos volúmenes.
7. Especie de brújula.
8. El fiel era el funcionario del cabildo encargado de verificar los instrumentos para medir, pesas y medidas. Nota del autor.
9. Reloj de faltriquera (bolsillo).
10. El fiel era el funcionario del cabildo encargado de verificar los instrumentos para medir, pesas y medidas. Nota del autor.
11. Las tasaciones, o avalúos, eran parte muy importante del ejercicio profesional de un arquitecto examinado.
12. Don José Antonio de Villaseñor y Sánchez.
13. Conferencia magistral para el I Congreso Internacional Hispano Americano de Historia de la Construcción Segovia, 13-17 de octubre de 2015 por el Profesor emérito de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Nacional Autónoma de México Xavier Cortés Rocha.

Lista de referencias

Báez Macías, Eduardo. (editor) [1577-1652] 2007. *Obras de Fray Andrés de San Miguel*. 2ª. Edición. México. Instituto de Investigaciones Estéticas, UNAM.

Bails, Benito. [1775] *Elementos de Matemática*. Madrid, Joaquín Ibarra impresor de cámara de S.M. Biblioteca Complutense Ildefonsina.

Capel, Horacio. 2002. *De Palas a Minerva.* Barcelona. Serbal/CSIC.

Chanfón Olmos, Carlos. 1994. *Conventos Coloniales de Morelos*. México, Instituto de Cultura de Morelos. Miguel Ángel Porrúa.

Comez, Rafael. 2006. *Los constructores de la España Medieval.* Sevilla, Universidad de Sevilla.

Contreras Santiago, Jorge. (coord.) 2002. *Plazas Mayores de la Ciudad de México*. México. Fundación BBVA Bancomer.

Cortés Rocha Xavier (coord.). 2008. *José Damián Ortíz de Castro. Maestro Mayor de la Catedral de México, 1787-1793.* 1ª Edición. México. CONACULTA-UNAM.

Cortés Rocha, Xavier. 2007. *El clasicismo en la arquitectura mexicana 1524-1784*. México, Facultad de Arquitectura UNAM / Porrúa.

Cortés Rocha, Xavier (coord.) 2014. La Catedral de México. México, Fundación BBVA Bancomer.

Gómez Martínez, Javier. 1998. El *gótico español de la edad moderna*. *Bóvedas de crucería*. Valladolid. Universidad de Valladolid.

Fernández, Justino. 1968. Guía del archivo de la antigua Academia de San Carlos, 1781-1800. México. Instituto de Investigaciones Estéticas, UNAM.

Fernández, Martha. 1985. *Arquitectura y gobierno virreinal, los maestros mayores de la Ciudad de México, siglo XVII*. México, UNAM.

Kubler, George. 2012. *Arquitectura mexicana del siglo XVI*. 2ª. Edición. México. Fondo de Cultura Económica.

Meli Piralla, Roberto. 2011. *Los Conventos Mexicanos del Siglo XVI. Construcción, Ingeniería Estructural y Conservación*. México. Miguel Ángel Porrúa. Instituto de Ingeniería, UNAM.

Moncada, Omar. 1993. *Ingenieros militares en la Nueva España.* México, Universidad Nacional Autónoma de México.

Olvera Franco, María del Carmen. 2011. Los sistemas constructivos en las «Ordenanzas de albañiles de la ciudad de México de 1599». Un acercamiento. *Boletín de Monumentos Históricos*. No. 22. p.7-43. México; INAH.

Ortíz Lanz, José Enrique. 1993. *Arquitectura Militar de México.* México. Secretaría de Defensa Nacional.

Ortíz Macedo, Luis. 1994. *Palacios Nobiliarios de la Nueva España*. 3ª. Edición. México. Facultad de Arquitectura, UNAM.

Reyes y Cabañas, Ana Eugenia. 2004. Las ordenanzas de arquitectura de la Ciudad de México de 1735. En *Boletín de Monumentos Históricos*. No. 1. 3ª época. México; INAH.

San Nicolás, Lorenzo, Fray. [1639-1664] 1989. Arte *y uso de architectura.* Valencia, Albatros.

Shuetz, Mardith K. [1787] 1987. *Architectural practice in Mexico City. A manual for journeyman architects of the eighteenth century*. Tucson, The University of Arizona Press.

Tamez, Enrique et. al. 1995. *Catedral Metropolitana*. México, Asociación de amigos de la Catedral Metropolitana de México.

Tosca, Tomás Vicente. 1757. *Compendio mathematico: en que se contienen todas las materias más principales de las ciencias que tratan de la cantidad.* 3ª impresión. Valencia; imprenta de Joseph García.

Tosca, Tomás Vicente [1727] 2008, *Compendio Matemático*. Madrid. Editorial Maxtor.

Toussaint Schneider, Alfonso. 2003. *Conventos en Morelos.* Cuernavaca. Instituto de Cultura de Morelos.

Toussaint, Manuel. 1992. *La Catedral de México y el Sagrario Metropolitano*. 3ª. Edición. México. Porrúa.

Tovar y de Teresa, Guillermo et. al. 1992. *La Utopía Mexicana del Siglo XVI. Lo bello, lo verdadero y lo bueno*. México. Grupo Azabache.

Tovar y de Teresa, Guillermo. 1995. *Repertorio de Artistas en México.* México, Grupo Financiero Bancomer.

Wiebenson, Dora. 1988. *Los tratados de arquitectura de Alberti a Ledoux*. España, Blume.

Wolff, Christian, Baron de. *Elementa matheseos universae*. Genevae: Apud Henricum Albertum Gosse & socios, 1740-1741. Fondos Reservados. Biblioteca Nacional, UNAM.

—1988. *Edificaciones del Banco Nacional de México. Seis virreinales y una contemporánea.* México. Fomento Cultural Banamex.

—1999. Los *Siglos de Oro en los Virreinatos de América, 1550-1700*. Madrid, Ministerio de Educación y Cultura, Museo de América, Fundación Caja de Madrid.

Construyendo la Historia de la Construcción

Santiago Huerta
Ignacio Javier Gil Crespo

En los últimos dos decenios, la Historia de la Construcción ha comenzado a convertirse en una disciplina independiente. Por un lado, el número de artículos, tesis y libros que podrían ser asignados a este campo ha crecido de manera exponencial. Por otra parte, se han realizado numerosos Congresos, con notable éxito: 13 nacionales (España 8; Francia 2; Reino Unido 2; Alemania 1) y 5 Congresos Internacionales (Madrid 2003, Cambridge 2006, Cottbus 2009, París 2012, Chicago 2015), véase la Tabla 1 más adelante. Sin embargo, la situación está lejos de ser la que corresponde a disciplinas reconocidas como la Historia del Arte o la Historia de la Ciencia. No hay cátedras y departamentos universitarios y, en las bases de datos de referencia, «historia de la construcción» no aparece como descriptor («keyword»); en consecuencia, no hay plazas de profesor ni un futuro profesional dentro de la disciplina. Esto no es sorprendente: refleja la inercia del mundo académico y su renuencia a aceptar nuevas disciplinas.

La tarea de convertir los estudios dispersos en una disciplina organizada e independiente sólo acaba de empezar. Sabemos por la experiencia pasada de otras disciplinas que se requieren varias generaciones. El caso de la Historia de la Ciencia está muy bien documentado gracias a los escritos de George Sarton (1884–1956), que trabajó sin descanso durante casi cincuenta años sin ver el éxito de la disciplina que contribuyó a fundar y que hoy día cuenta con centenares de revistas y departamentos en la mayoría de las universidades en todo el mundo.[1]

En lo que sigue vamos a discutir el estado actual de la disciplina en España.[2] Dado que en artículos anteriores ya se ha abordado la cuestión.[3] Vamos a tratar de evitar repeticiones innecesarias y nos concentraremos en: 1) las actividades de la Sociedad Española de Historia de la Construcción (SEdHC); 2) su repercusión sobre la enseñanza y la investigación, tomando como un caso de estudio la experiencia en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, y 3) haremos un análisis de la evolución de las Tesis Doctorales sobre la historia de la construcción leídas en España en los últimos cuarenta años, en base a la lista preliminar elaborada por el segundo autor.

En primer lugar, vamos a tratar de definir con la menor ambigüedad posible su ámbito y sus objetivos. La intención no es entrar en el debate actual sobre la «definición» de la Historia de la Construcción,[4] sino exponer de manera tan objetiva como sea posible las ideas que hay detrás de las actividades realizadas por la SEdHC.

¿Qué es la Historia de la Construcción?

La Historia de la Construcción es el estudio cronológico de las técnicas aplicadas a la construcción en la arquitectura y la ingeniería civil. Hay dos aspectos: «historia» y «construcción». Es la segunda, la que define el campo de estudio. Construir es «hacer (algo) juntando piezas o materiales».[5] La construc-

ción está dirigida a un propósito práctico: se construye una casa, una iglesia, un puente, una presa, etc. La buena construcción es un «arte» (del latín *ars*), requiere habilidad y talento, y se adquiere por la experiencia, el estudio, o la observación. El estudio del arte de la construcción a lo largo de la historia si el objetivo principal de la Historia de la Construcción.

Una digresión

Antes de la construcción debemos tener un «proyecto», un «plan». Los constructores nunca han puesto manos a la obra sin una idea concreta de qué hacer. De hecho, en español, la palabra «proyecto» se define como «la idea que se tiene de algo que se piensa hacer y de cómo hacerlo» (viene del latón *proicio*, que significa, literalmente, «arrojar» o «tirar»; en efecto, cualquier obra de cierta entidad requiere arrojo, valor). Para nosotros, la palabra clave es «cómo», el aspecto técnico. El proyecto no debe incluir sólo la forma y disposición de los diferentes elementos que constituyen el trabajo, sino también la manera de construir en realidad la obra en cuestión.

En cualquier trabajo de construcción muchos aspectos técnicos se entrelazan de una manera compleja (y la tecnología está al servicio de las ideas de arquitecto o ingeniero). Consideremos la construcción de una catedral gótica. El maestro traza unos planos, pero la obra debe ser construida. Esto implica muchas operaciones diferentes que, empleando términos modernos, implican diferentes disciplinas como el levantamiento y la topografía, la mecánica de suelos, el cálculo de las cimentaciones, la previsión de andamiaje, grúas y cimbras, el cálculo de los estribos y el proyecto de las bóvedas, la estereotomía, la carpintería de la techumbre, la canalización del agua de las cubiertas, además de el acopio de materiales y organización del trabajo, la gestión económica, la financiación y patronazgo, y un largo etcétera. El arquitecto, el maestro de la obra, tuvo que tomar decisiones en todos estos aspectos que se entrelazan de una manera muy compleja.

Si queremos entender de verdad el proyecto gótico no podemos dejar de lado todos estos aspectos técnicos. Auguste Choisy, el padre de la Historia de la Construcción, señala al comienzo de su libro sobre la construcción romana: «Les édifices de l'antiquité ont été bien des fois décrits au point de vue de l'architecture, mais les détails de leur construction sont encore très-vaguement connus»; (aunque los edificios de la antigüedad se han estudiado muchas veces desde el punto de vista de la arquitectura, conocemos todavía de forma muy vaga sus procedimientos constructivos).[6] Con demasiada frecuencia en los libros de historia de la arquitectura se extraen conclusiones y se elaboran hipótesis en base a supuestas evidencias técnicas que, con frecuencia, son falsas o incompletas. (Por ejemplo, en relación con la construcción romana, en muchos libros actuales se habla del «monolitismo» de las bóvedas de hormigón que, en consecuencia, no ejercerían ningún empuje; hipótesis que contrasta con los enormes contrarrestos de los edificios abovedados romanos. La misma fantasía se puede leer en relación con las bóvedas tabicadas.[7] Otro ejemplo es la «alegría» con se discuten los aspectos técnicos del gótico con argumentos que bien niegan u otorgan todo el papel resistente a los nervios de las bóvedas o a los arbotantes).[8]

La Historia de la Construcción complementa pero no entra en competencia con otras disciplinas ya establecidos como la Historia del Arte y Arquitectura, Arqueología, Historia social o económica, etc.

Interés por las técnicas constructivas de épocas anteriores

La Historia de la Construcción tiene un origen muy antiguo. Ya Vitruvio reconoce haberse basado para su Tratado de Arquitectura en las obras de los tratadistas griegos de una época anterior a la suya.[9] Sabemos también que Brunelleschi realizó estudios sobre los métodos constructivos y formas estructurales de los antiguos romanos.[10] La tratadística de los siglos XVI y XVII deja sentir la influencia de Vitruvio en muchos aspectos técnicos.

En el siglo XVIII se publicaron los primeros trabajos específicos: Winckelmann, sobre la estructura de los edificios romanos, y Ziegler, sobre la constitución y propiedades de los morteros y los hormigones, también en la Roma clásica.[11]

Los tratados de arquitectura del siglo XIX incluían numerosos apartados sobre historia de la construcción, en particular en lo que se refiere al estudio de las grandes obras del pasado como el Panteón, Santa Sofía, Santa María del Fiore o San Pedro. El más representativo de todos ellos es el de Rondelet,[12] pero

el mismo enfoque puede verse en tratados posteriores como los de Breymann[13] y Gottgetreu.[14]

En la segunda mitad del siglo XIX y principios del XX, aparecen los grandes Tratados de Historia de la Construcción: Viollet-le-Duc[15] sobre la construcción gótica, Choisy[16] sobre la construcción en Roma y Bizancio, y Durm[17] sobre la construcción en Roma y en el Renacimiento Italiano. En este período se produce una recopilación de todos los conocimientos sobre la construcción de edificios de fábrica y, además de los tratados específicos antes citados, existen multitud de publicaciones en revistas así como Enciclopedias, que constituyen una mina de información, aún no debidamente inventariada ni explotada, sobre los procedimientos tradicionales de construcción.

En la primera mitad del siglo XX, en particular a partir de la Primera Guerra Mundial, el interés por la Historia de la Construcción desciende hasta casi desaparecer, para renovarse a partir de los años 50. Junto a tratados de corte clásico como los de Blake[18] y Lugli,[19] ambos sobre la técnica de construcción romana, se produce una proliferación de estudios y monografías sobre aspectos muy concretos directamente relacionados con la historia de la técnica de la construcción. Aparentemente no existe, sin embargo, la conciencia de estar trabajando en un ámbito común; los artículos aparecen dispersos en revistas y congresos de arqueología, historia medieval, ingeniería, historia de la técnica, historia del arte y de la arquitectura, etc..., y, con demasiada frecuencia, se ignoran trabajos ya existentes relevantes dentro del ámbito de la publicación en cuestión.

La Historia de la Construcción ha empezado a perfilarse como una disciplina independiente en la década de 1980. Una investigación bibliográfica de las contribuciones que pueden ser adscritas a esta disciplina muestra un crecimiento constante de la literatura en los últimos años. Por otro lado, en la literatura de referencia ha empezado a aparecer como un campo independiente, con su correspondiente 'keyword' o palabra clave, cosa que no ocurría con anterioridad. Por último, y lo que es más importante, han aparecido sociedades y revistas dedicadas específicamente a este campo. Merece destacarse en primer lugar, en Inglaterra, el «Construction History Group», creado en 1984 y que publica desde 1985 el *Journal of Construction History*. Más recientemente en 1988, en la *Society for the History of Technology* de EEUU, se ha creado un grupo dedicado específicamente a promover este tipo de estudios, el «Building Technology and Civil Engineering Interest Group». Además de estos primeros grupos, se han ido formando distintas sociedades nacionales de Historia de la Construcción.

La Historia de la Construcción no ha alcanzado todavía un nivel universitario pleno, en el sentido de que, si bien se realizan numerosas tesis y cursos de doctorado en todo el mundo dentro de este ámbito, no existen en la actualidad (o, al menos, no de una forma generalizada) cátedras o departamentos universitarios sobre historia de la construcción. En este sentido la situación de la Historia de la Construcción en la actualidad es parecida a la de la Historia de la Ciencia a principios del siglo XX y a la de la Historia de la Técnica en el período de entreguerras.[20]

La presente tesis pretende contribuir a la formación y difusión de esta disciplina que no sólo puede aportar datos como 'ciencia auxiliar', *Hilfswissenchaft*, a otros campos ya consolidados como la Teoría e Historia de la Arquitectura, o la Restauración y Rehabilitación de edificios, sino que merece por su propio interés y amplitud formar un ámbito específico de estudio.

Una «prueba» empírica

Podemos estar de acuerdo en que una disciplina, que se define de una manera determinada, existe cuando se le puede asignar un número suficiente de publicaciones durante un largo período de tiempo. Este fue el enfoque que le dio el primer autor en el decenio de 1980; entonces comenzó a recopilar todas las referencias que podían pertenecer a la Historia de la Construcción con la idea de elaborar una bibliografía.[21] Esto supuso, antes de Internet, bucear en los catálogos de bibliotecas disponibles y, sobre todo, estudiar las listas de referencias de los pocos libros publicados hasta entonces sobre el tema. Al cabo de tres años de trabajo había recopilado casi un millar de referencias procedentes de los campos más diversos: revistas y libros de arqueología, metalurgia, historia medieval, estudios asiáticos, historia del arte y de la arquitectura, ingeniería civil, monografías de excavaciones en Roma, Bizancio, y un largo etcétera. La conclusión para fue obvia: existía, de hecho, un cuerpo vasto y rico de conocimientos que podía adscribirse a la Historia de la Construcción, pero este

cuerpo estaba disgregado y no «tenía conciencia de sí mismo». El primer autor pudo observar que las investigaciones repetían con mucha frecuencia que el estado de la cuestión no se había estudiado en profundidad y que, en definitiva, se trabajaba de forma aislada o en pequeños grupos dentro de disciplinas ya establecidas. También encontró un número no pequeño de profesionales que se habían interesado por la historia de su trabajo y habían publicado sobre aspectos parciales.

El primer autor nunca terminó la bibliografía proyectada. Pero aquel trabajo original, con la consulta de fuentes tan diversas le ha proporcionado una visión amplia del campo y, sobre todo, le ha dado la convicción de que la Historia de la Construcción es una disciplina definida que había que «crear», es decir, había que conseguir que los que trabajaban en el campo se dieran cuenta de ello. Esta idea ha guiado todo su trabajo posterior.

Peligros

Una disciplina nueva es como un recién nacido: es muy vulnerable. No hay una estructura académica que la proteja o un conjunto de especialistas que sean capaces de juzgar los trabajos, pues se carece de un contexto. Por otra parte, la Historia de la Construcción es un campo muy atractivo para los miembros de otras disciplinas que ven en ella un campo casi virgen, lleno de posibilidades, y hay que decir, donde hay muchas menos barreras para publicar. Cuando nace una disciplina el nivel académico es necesariamente «bajo»: se conoce poco y se no hay una organización del conocimiento que facilite la revisión y la crítica. George Sarton (1884-1956), quien fue fundamental en la formación de la Historia de la Ciencia, advirtió una y otra vez sobre los peligros a los que se enfrenta la formación de una nueva disciplina.[22]

El primer peligro es que no hay ninguna o hay poca exigencia a quien vaya a impartir una clase o dictar una conferencia sobre Historia de la Construcción. Quien dé una conferencia sobre la pintura de Miguel Ángel en una universidad de prestigio ha de ser un académico de renombre; en la misma universidad, la tarea de impartir una conferencia sobre cualquier tema perteneciente a la Historia de la Construcción se le puede asignar a cualquier profesor aunque no haya manifestado más que un vago interés en la disciplina. Estamos parafraseando Sarton quien, en la década de 1940, lamentó este tipo de situaciones, respecto a la situación de la Historia de la Ciencia; y esto fue treinta años después de la publicación de la primera revista de Historia de la Ciencia (*Isis*, vol. 1, 1913) y cuando ya en algunas universidades había cátedras de esta disciplina (Sarton describe la misma situación en el contexto de la Historia del Arte y la Religión en el siglo XIX).

El segundo gran peligro de una disciplina emergente es el «amateurismo». Al comienzo, los primeros investigadores son necesariamente aficionados entusiastas. Pero este entusiasmo inicial puede tener un efecto negativo si no se modera. Para explicar este efecto, Sarton cita a Voltaire: «¡Mon Dieu, gardez-moi de mes amis quant à mes ennemis, je m'en charge!» (¡Dios mío, líbrame de mis amigos, que de mis enemigos ya me ocuparé yo!). Hay un cierto número de entusiastas de la historia de la construcción que, sin embargo, piensa que este aspecto no necesita ser considerado. Su amor genuino por la disciplina les hace aceptar sin crítica cualquier nueva contribución; su ignorancia de la literatura técnica les lleva a creer que cualquier ocurrencia representa un avance en el conocimiento.

Otro error es considerar la historia de la construcción como la historia particular de algunas de las actividades involucradas en ella. Las historias individuales siempre preceden a la historia general de la disciplina. Antes de empezar a crear la historia de la ciencia, había muchos libros publicados sobre la historia de la química, de la física, las matemáticas, etc. Por otra parte, muchos manuales o manuales comenzaron con una introducción histórica del tema. Citando de nuevo, Sarton: «la historia de la ciencia es mucho más que la yuxtaposición de todas las historias de las ciencias particulares, ya que su función principal es la de explicar la interrelación entre ellas». Lo mismo puede decirse de la Historia de la Construcción. Es falso que con la simple adición de los conocimientos aportados por la historia del trabajo en madera, de la estereotomía, del dibujo y las trazas, de la geometría práctica, de las máquinas y grúas, de los andamios, de los ascensores, etc., lleguemos a comprender el complejo proceso de proyecto y construcción de una simple bóveda gótica.

El papel principal de la historia de la construcción es, precisamente, revelar la relación entre todas estas

actividades. De la misma manera que al dibujar un objeto (una escultura, por ejemplo) hay que desplazarse para captar diferentes puntos de vista y comprender su forma completa, el historiador de la construcción no puede permanecer en un punto fijo sin arriesgarse a tener una visión distorsionada del tema de estudio.

Una disciplina en sí misma y por sí misma

Por último, debemos insistir en que la historia de la construcción no es una «ciencia auxiliar», no tiene «un fin práctico». Tiene su propia identidad, y su estudio ha de realizarse con el único objetivo de adquirir conocimiento. Es cierto que su contenido puede ser fundamental para cualquiera que trabaje de manera seria en la conservación o la restauración de edificios históricos; que ayudará al arqueólogo a entender sus hallazgos y a dibujar sus planos; ampliará el entendimiento del historiador de la arquitectura,... Pero el principal objetivo no es «ayudar», sino «saber». Este deseo de conocer (que es el origen de cualquier ciencia) acerca de las técnicas de construcción de épocas anteriores, se puede seguir a lo largo de la historia, como ya se ha discutido. Finalmente, por supuesto, la construcción se produce en un contexto cultural y económico, que ha de ser tenido en cuenta; sin embargo, estos aspectos no constituyen el «núcleo» de la disciplina.

A continuación nos concentraremos en las actividades de la Sociedad Española de Historia de la Construcción con el fin de establecer las bases de la disciplina y los resultados de estas actividades.

La Sociedad Española de Historia de la Construcción

Las tareas encaminadas a establecer la disciplina de la Historia de la Construcción en España comenzaron en la década de 1990. Supuso un esfuerzo deliberado que, como se ha dicho, nació de la convicción de que estos estudios, muy numerosos aunque dispersados por las fuentes más heterogéneas, forman un campo coherente de conocimientos. Ya se ha discutido el origen de esta idea y las causas probables de su cálida aceptación en artículos previos del primer autor.[23] Sin embargo, el propósito del presente trabajo es exponer de manera sucinta la experiencia española en los últimos diez años. Nos ocuparemos de las actividades encaminadas al establecimiento de Historia de la Construcción como disciplina, y no tanto a estudios particulares dentro de este campo.

En la Tabla 1 se han recogido las principales actividades de la Sociedad Española (congresos y simposios) en el contexto de los principales eventos relacionados con la historia de la construcción en otros países. Creemos que la tabla refleja el trabajo constante de las últimas dos décadas con la intención de establecer la Historia de la Construcción como una disciplina independiente y organizada. También muestra la importancia que ha jugado la SEdHC en el escenario internacional.

El principal objetivo de la Sociedad se formula en los Estatutos de 1997: se trata de crear vínculos entre los diferentes profesionales y académicos que trabajan en el campo de la Historia de la Construcción en España, con el fin de promover y difundir estudios e investigaciones sobre el tema y para establecer la discusión sobre la definición de la propia disciplina. Para lograr esto se definieron algunos objetivos concretos:

1) la publicación de libros;
2) la organización de congresos nacionales cada dos años;
3) la promoción del estudio de la Historia de la Construcción a través de seminarios y exposiciones;
4) la publicación de un boletín de noticias y una revista
5) el apoyo del estudio de la disciplina a nivel universitario.

Libros. El Instituto Juan de Herrera y el CEHOPU

La fundación de la Sociedad Española fue posible gracias al apoyo de dos instituciones: el Instituto Juan de Herrera y el CEHOPU (Centro de Estudios Históricos de Obras Públicas y Urbanismo). La sociedad tiene ahora una relación estable con el Instituto Juan de Herrera, el cual sostiene todas las cuestiones de organización. La relación con el CEHOPU fue intensa e inmensamente productiva mientras fue gerente Antonio de las Casas. Desde entonces ha dismi-

Año	Sociedades	Congresos nacionales (España)	Congresos internacionales	Otros congresos y simposios nacionales o internacionales	Simposios y otros eventos nacionales (España)
1982	Construction History Society (Reino Unido)				
1985	Geschichte des Konstruierens (Alemania, Proyecto de Investigación)				
1993				Simposio "Bewteen Mechanics and Architecture" XIX International Congress of History of Science (Zaragoza)	
1995					Grandes Bóvedas Hispanas (Madrid)
1996		1º (Madrid)		Simposio «Bewteen Mechanics and Architecture» (Génova)	
1997	Sociedad Española de Historia de la Construcción (España)			Simposio «Bewteen Mechanics and Architecture» (Liège)	
1998	Associazione Edoardo Benvenuto (Italia)	2º (A Coruña)		Simposio «Bewteen Mechanics and Architecture» (Pescara)	
1999				Simposio in Honour of Edoardo Benvenuto (Génova)	
2000		3º (Sevilla)			
2001					Exposición «Guastavino. La reinvención de la bóveda» (Madrid)
2003			1º (Madrid)		
2005		4º (Cádiz)		Seminario Internazionale Teoria e pratica del costruire: saperi, strumenti, modelli (Ravena)	Historical Perspectives on Structural Analysis. Simposio en homenaje a Heyman (Madrid)
2006			2º (Cambridge)		
2007	Construction History Society of America (EEUU)	5º (Burgos)			
2008				Premier congrès francophone d'histoire de la construction; Simposio «Bewteen Mechanics and Architecture» (Roma)	
2008				Inaugural Meeting of CHSA (Atlanta)	
2009		6º (Valencia)	3º (Cottbus)	Construction History. A One-Day Exploration (Washington)	Auguste Choisy 1841-1909. Colloque Centenaire (Madrid)
2010	Association Francophone d'Histoire de la Construction (Francia)			History of Construction in the Americas, 2nd CHSA Biennial Meeting (Pennsylvania). História da Construçao em Portugal. Fundações e alinhamentos, Lisboa.	
2011		7º (Santiago de Compostela)		Inventions: The Roles of Disaster and Industrialization in Construction History (Nueva York)	Simposio Internacional de Bóvedas Tabicadas (Valencia)
2012			4t (París)	American Construction History, 1850-1950, CHSA's 3rd Biennial Meeting (Cambridge, MA)	Aprenent de la volta catalana (Girona); Albañilería vs. Cantería (Valencia)
2013	Gesellschaft für Bautechnik Geschichte (Alemania)	8º (Madrid)		I Congresso Internacional de História da Construçao Luso Brasileira; Skyscraper History: Looking Back While Looking Up (Chicago)	
2014				Deuxieme congrès francophone d'histoire de la construction; Baugerüste vom 16. bis ins frühe 19. Jahrhundert; Construction History Society: First National Conference (Cambridge); Primer coloquio mexicano de Historia de la Construcción; Construction History Society of America's Fourth Biennial Meeting (Minneapolis)	Historia, arquitectura y construcción fortificada (Madrid)
2015		9º y 1º Hispanoamericano (Segovia)	5º (Chicago)	Construction History Society: Second National Conference (Cambridge)	

Tabla 1
Registro cronológico de las principales actividades relacionadas con el establecimiento de Historia de la Construcción como una disciplina independiente

nuido en gran medida. En cualquier caso, el CEHOPU mantiene sus actividades referidas al campo concreto de las obras públicas y de ingeniería civil. En 1993 se lanzó, en el Instituto Juan de Herrera, una colección de libros sobre «Teoría e Historia de las Construcciones», gracias al apoyo de su presidente Ricardo Aroca Hernández-Ros. Hasta la fecha se han publicado más de una treintena de títulos.

Los Congresos

La mejor manera de medir el estado de la cuestión de una disciplina nueva quizá sea organizar un congreso. De hecho, históricamente los Congresos han demostrado su importancia en la fase de formación de una disciplina. No hay revistas especializadas dada la novedad del enfoque y, en cualquier caso, el proceso de publicación es largo. Si se realiza una buena difusión del evento (entre los académicos, las universidades y los profesionales), la respuesta, es decir, el número de contribuciones presentadas, da una buena idea del número de personas activas en el tema.

En España, nos quedamos sorprendidos por la entusiasta recepción y el verdadero interés que fue evidente durante los primeros Congresos. El auditorio completo en la ceremonia de clausura, todos los certificados preparados y entregados al finalizar el congreso y las actas publicadas e impresas el primer día: éstos son signos verdaderamente positivos y has sido las constantes de todos los congresos nacionales, así como en los internacionales.

Un congreso es un encuentro de personas con intereses académicos comunes. Este es el punto clave. Debe ser abierto, una suerte de «experimento» que permita que sucedan cosas. Desde el principio hemos considerado los congresos de esta manera. No se ha hecho ninguna distinción entre las comunicaciones aceptadas, no hay sesiones de pósters ni diferencias entre los recién graduados y los profesores veteranos. La intención era crear las condiciones para que ese «algo» pudiera pasar (incluido un desastre), propor-

Congreso	Fecha	Lugar	Comunicaciones	Autores extranjeros	Ratio extranjero/total
1	1996 (19-21 septiembre)	Madrid	74	4	5%
2	1998 (22-24 octubre)	A Coruña	65	6	9%
3	2000 (26-28 octubre)	Sevilla	129	16	12%
4	2005 (27-29 enero)	Cádiz	109	9	8%
5	2007 (7-9 junio)	Burgos	93	8	9%
6	2009 (21-24 octubre)	Valencia	136	22	16%
7	2011 (24-29 octubre)	Santiago de Compostela	148	20	13%
8	2013 (9-12 octubre)	Madrid	109	17	16%
9	2015 (13-17 octubre)	Segovia	171	67	39%

Tabla 2
Congresos nacionales españoles. Trabajos presentados y publicados en las Actas y comunicaciones extranjeras

cionando el lugar y la oportunidad: nada más, y con tan pocas ideas preconcebidas como sea posible.

El resultado supuso una gran sorpresa: las personas que habían estado trabajando de forma aislada, presentado comunicaciones calificables como «frikis» o extravagantes en otros congresos, encontraron aquí una comunidad con intereses auténticos. Este interés se ha mantenido, como se muestra en la Tabla 2, que enumera las comunicaciones aceptadas en los congresos y seminarios nacionales. Es un dato relevante el que desde el principio ha habido participantes extranjeros, principalmente de lenguas latinas (italiano, portugués, ...).

El papel de la Sociedad y de los miembros del Comité Científico ha sido, por supuesto, crucial. En algunos congresos fueron rechazados más del 50% de los resúmenes presentados. Hubo tres razones fundamentales tal rechazo: 1) la contribución, aunque de un nivel alto, no era pertinente dentro de la Historia de la Construcción; 2) la comunicación era de baja calidad y, 3) no había tiempo para todas las comunicaciones (en un congreso de tres días no es posible acomodar en una forma conveniente de más de unas 150 presentaciones). El criterio fue la importancia en el contexto del desarrollo de la disciplina.

Después de la selección, la tarea del director y del Comité Organizador consiste en distribuir la presentación de los trabajos en las sesiones del congreso de una manera más o menos sistemática.

Pronto se advirtió una consecuencia del panorama actual que urge al investigador a publicar: se recibieron muchos resúmenes de varios autores. A menudo, el orden de los autores se rota en varios resúmenes, de títulos similares (lo que demuestra la evidencia de que se ha troceado una investigación consistente) para que todos pudiesen figurar como primer autor al menos en un resumen. Otra situación que comenzó a suceder fue el hecho de que un profesor veterano firmase las comunicaciones de su doctorando o de sus alumnos. Dejando al lado otras consideraciones (éticas), el aumento artificial de las comunicaciones se hizo imposible de asumir, y después del IV Congreso Nacional, se tomó la decisión de aceptar sólo una persona por contribución, es decir: una persona sólo podía firmar (solo o con otros autores) una comunicación. Esto ha tenido el efecto beneficioso de reducir las comunicaciones redundantes y, también, de facilitar la independencia a algunos investigadores jóvenes.

Todas las actas se publicaron, imprimieron y estuvieron preparadas para entregarse en cada congreso gracias al apoyo del Instituto Juan de Herrera. Todas las contribuciones se encuentran en la web de la Sociedad en formato PDF y son de acceso y descarga libres.

La enseñanza de la Historia de la Construcción

La enseñanza de una nueva disciplina siempre presenta problemas. Por un lado, la información disponible para el profesor es irregular y dispersa y carece del aparato crítico necesario preparar adecuadamente lecciones (manuales, bibliografías, guías de referencia, etc.). Este problema preocupó Sarton durante toda su carrera; dedicó cuatro ensayos para discutir los métodos y problemas, que abarca desde el inicio de su participación profesional en la Historia de la Ciencia hasta uno de sus últimos libros, *Horus*.[24]

La siguiente cuestión se refiere a la selección de los profesores:[25] ¿qué requisitos debe tener un profesor de Historia de la Construcción? Por supuesto, debe tener una formación técnica; sin ella, sería casi imposible interpretar y comprender las diversas fuentes y luego explicarlas a los estudiantes. No tiene por qué ser un especialista en un campo en particular (carpintería, morteros antiguos, estereotomía, puentes, etc.); lo ideal sería que fuese experto en algún campo en particular y que tuviese un conocimiento general sobre el resto de los temas que conforman la disciplina.

En tercer lugar, el plan de estudios de las asignaturas debe cubrir cronológicamente un amplio intervalo de tiempo (por ejemplo, desde la Antigüedad hasta Edad Media, o desde el Renacimiento hasta el siglo XIX, etc.). Como se mencionó antes, la disciplina de la Historia de la Construcción es mucho más que la suma de las historias individuales sobre temas particulares. Así, aunque se trata de un trabajo considerable, el profesor de Historia de la Construcción debe exponer necesariamente los temas que pueden no coincidir con su campo de especialización.

Un profesor de Historia del Arte cubre, por ejemplo, desde la Antigüedad hasta el Renacimiento en un semestre estándar (dependiendo de los horarios, etc.), aunque quizá su especialización sea la pintura impresionista. De la misma manera, el profesor de Historia de la Construcción debe tratar de cubrir un período de tiempo y un número suficiente de aspectos constructi-

vos que permitan al estudiante entender el desarrollo de todo el arte de la construcción. Si, por el contrario, el profesor programa la asignatura con la enseñanza de períodos específicos o actividades concretas, entonces debe indicarse claramente en el título: se entiende que si el título es «Historia del Arte», los estudiantes no deberían encontrar un curso cuyo contenido real sea «los pintores del Renacimiento florentino».

Por último, una disciplina no es una simple suma de lecciones independientes impartidas por diferentes profesores. Debido a la dificultad de la tarea, se convierte en una tentación casi irresistible estructurar la asignatura en el mismo número de clases como profesores haya disponibles. Cabe destacar que éste supone un gran peligro ya que hace imposible alcanzar el grado deseado de coherencia; además, los estudiantes pueden llegar a sospechar que el programa no se ha adaptado tanto a sus necesidades como a la conveniencia de los profesores.

Este último comentario se refiere a estudios de postgrado. Por supuesto, los estudios de postgrado y doctorado deben necesariamente ser específicos. El objetivo de ese trabajo es desarrollar una investigación original. Para ello, el investigador debe saber exactamente lo que se ha publicado en su campo restringido de investigación. Es imprescindible conocer las técnicas de búsqueda de información y desarrollar un instinto para la localización de las fuentes más relevantes. Como se ha dicho, esto es particularmente difícil en el campo de la Historia de la Construcción, y el profesor debe, tanto en los cursos de grado como de posgrado, introducir a los estudiantes en las complejidades de las fuentes documentales.

La falta de un aparato adecuado para la investigación, formado por bibliografías (particulares y generales) y guías de referencia hace que hoy la tarea sea difícil e incierta incluso para los especialistas.

Enseñanza de la Historia de la Construcción de Madrid, 1998-2014: un caso de estudio

El nuevo plan de estudios de 1996 en la Escuela de Arquitectura de Madrid, elaborado siendo director Ricardo Aroca Hernández-Ros, ofreció la posibilidad de proponer asignaturas optativas. Aunque en otras universidades como Sevilla, Valencia o Barcelona también han sido muy activas desde la década de 1990 en el desarrollo de asignaturas de Historia de la Construcción —lo que se manifiesta también en la lectura de tesis doctorales, como se verá más adelante—, se ha elegido el caso de estudio de Madrid por mor de la facilidad de acceso a la información por parte de los autores.

Se propusieron dos asignaturas que forman un conjunto completo de lecciones sobre Historia de la Construcción: «Historia de la Construcción I: de la Antigüedad a la Edad Media» e « Historia de la Construcción II: desde el Renacimiento hasta el siglo XX». La iniciativa surgió de tres profesores, S. Huerta, E. Rabasa y el fallecido L. Villanueva, de diferentes departamentos (Estructuras de Edificación, Ideación Gráfica y Construcción). La enseñanza de HC-I se inició en 1998-99 y el siguiente curso, 1999-1900, la de HC-II, y ha continuado hasta el año 2014. Por tanto se han impartido clases ininterrumpidas durante 15 años.

Cada asignatura, HC-I y HC-II, consistió en 50 horas docentes y seminarios distribuidos en 14 semanas. El total es, por lo tanto, 100 horas en un curso de 30 semanas dividido en dos semestres. Se reservaron tres semanas por semestre para los seminarios, la exposición del trabajo de los estudiantes y los exámenes. Esto deja un total de 11 + 11 = 22 semanas de lecciones. La asignación horaria para las lecciones teóricas fue de tres horas por semana. Cada día se impartían dos lecciones de una hora y cuarto cada una, con un descanso de media hora en la mitad.

La estructura del plan de estudios y la disponibilidad inicial limitada de profesores obligó a dividir la asignatura en dos cursos, aunque la intención primera fue programar un curso completo sobre Historia de la Construcción desde la Antigüedad hasta el siglo XX. Esto llevó finalmente a una dispersión en la enseñanza: participaron varios profesores y por conveniencia a lo largo de los años, algunos especialistas en diferentes temas (construcción griega o romana, estereotomía, etc.).

El primer autor siempre pensó que un profesor de Historia de la Construcción debe ser capaz de asumir la mayor parte de las lecciones de ambas asignaturas. De esta manera, los estudiantes, por lo menos, reciben un sistema más o menos coherente de enseñanza. En la Tabla 3 se da un esquema del programa para el curso 2005-2006. Fue la única vez que ambas asignaturas se consideraron conjuntamente; por lo general, se han separado en grupos.

Las preferencias del primer autor son evidentes, como la intención de cubrir todo el arco histórico. La

Historia de la Construcción

PARTE I. DE LA ANTIGÜEDAD A LA EDAD MEDIA

Mesopotamia. Antiguo Próximo Oriente
1. General. Prehistoria. La invención del ladrillo
2. Construcciones de ladrillo. Muros, templos. Transporte de colosos
3. La invención del arco. Construcción de bóvedas. Tumbas

Antiguo Egipto
4. General. Materiales: madera, ladrillo, piedra
5. Construcción de templos
6. Bóvedas en la arquitectura egipcia
7. Obeliscos: extracción, transporte y erección. El transporte de colosos

Grecia
8. General. Materiales: madera, ladrillo, piedra. Procedimientos
9. Construcción de templos. Máquinas, medios auxiliares
10. Estructura de los templos: cimentaciones, muros, columnas, dinteles, cubiertas
11. Bóvedas en la arquitectura griega. Grúas

Roma
12. General. La invención del hormigón romano. Muros y cimentaciones
13. Bóvedas. Teorías sobre las bóvedas romanas
14. El Panteón y las termas
15. El Tratado de Vitruvio

Bizancio
16. General. Materiales: madera, ladrillo, piedra. Construcción de muros
17. Construcción de bóvedas sin cimbra. Bóvedas de cañón y de arista
18. Construcción abovedada. Cúpulas. Encadenados de madera. Contrarrestos
19. Santa Sofía. Proyecto y construcción. Influencias

Arquitectura islámica
20. General. Materiales. El arco y la bóveda de cañón. Bóvedas complejas. Torres y puentes

Edad Media
21. Construcción románica y gótica. Materiales y medios auxiliares
22. Erección de bóvedas. La estructura gótica
23. El proyecto de la estructura medieval. Manuales del gótico tardío

PARTE II. DEL RENACIMIENTO AL SIGLO XX

Renacimiento
24. La construcción de la cúpula de Santa Maria del Fiore
25. El arquitecto. Métodos de proyecto. El Tratado de Alberti
26. La construcción de El Escorial (A. López)
27. Forma y construcción de las cúpulas del Renacimiento. La cúpula de San Pedro

Los siglos XVII y XVIII
28. Construcción en madera. Tratados de carpintería. Reglas empíricas. El comienzo de los cálculos científicos (I. Gómez)
29. El nacimiento del análisis científico de estructuras. De Galileo a Coulomb
30. Cúpulas del barroco y del barroco tardío. Cúpulas ovales. Guarini
31. Teoría de arcos y bóvedas de fábrica en el siglo XVIII: del diseño tradicional al científico
32. Construcción de edificios en España: el Tratado de Fray Lorenzo de San Nicolás y su influencia

El siglo XIX
33. Los nuevos materiales: hierro fundido. Uso en edificación y puentes
34. Los nuevos materiales: hierro forjado. Articulaciones tensadas y nuevas estructuras atirantadas
35. Grandes cubiertas. Teoría estructural de estructuras tensadas. Estructuras planas y espaciales
36. Orígenes de la construcción entramada. Edificios industriales y de oficinas
37. Construcción de rascacielos (finales del siglo XIX y comienzos del XX)
38. Nuevos materiales: la invención del hormigón armado. Primeras aplicaciones y pruebas
39. Teoría de bóvedas y cúpulas de fábrica
40. Construcción de bóvedas tabicadas: la obra de Guastavino en España y América

El siglo XX (hasta ca.1950)
41. Hormigón armado. Entramados, primeras cáscaras, puentes
42. Proyecto de cubiertas de cáscaras delgadas. La obra de F. Dischinger
43. Las estructuras de Torroja (J. Antuña)
44. Estructuas tensadas, desde sus comienzos hasta Frei Otto

Tabla 3
Programa de las asignaturas de Historia de la construcción para los estudiantes de grado de cuarto y quinto curso en la Escuela de Arquitectura de Madrid (Huerta, curso 2005-06)

dificultad para la preparación de las clases dependía de la literatura disponible. Roma y la Edad Media eran fáciles, si bien la dificultad estriba más en la selección entre las sobreabundantes referencias. En cambio, sobre la construcción islámica no hay, aparentemente, ningún manual completo publicado, por lo que la información hubo de ser obtenida a través de la consulta de numerosos capítulos de libros, artí-

culos y tesis. El programa tiene defectos y se expone aquí sólo como un ejemplo de la enseñanza actual de la disciplina.

Se observa que, en la primera parte, el patrón de las conferencias es más sistemático, incorporando siempre los siguientes capítulos: 1) general; 2) materiales (ladrillo, piedra, etc.) y herramientas; 3) elementos (paredes, columnas, bóvedas, ...); 3) medios auxiliares y procesos de construcción (grúas, andamios, transporte, ...); 4) tipos de edificios (templos, iglesias, torres, ...); 5) procedimientos de proyecto.

Resulta más difícil seguir el mismo enfoque para la segunda parte. Paradójicamente, la abundancia de información impresa (los tratados) ha dado lugar a un menor número de estudios generales sobre la construcción de edificios. Se decidió cubrir períodos estudiando temas específicos (carpintería, estructuras de fábrica...), edificios singulares (Santa Maria del Fiore) o tipo de edificios (iglesias barrocas con cúpula). En el siglo XIX, la aparición de los «nuevos» materiales (hierro fundido y forjado, hormigón armado, acero) y los «nuevos tipos estructurales» (vigas continuas y entramados, armaduras planas y espaciales), junto con la formación de la teoría clásica de estructuras, casi dan por sí mismos los títulos de las clases. El siglo XX es una continuación con dos nuevos tipos estructurales: las estructuras de cáscara delgada y las estructuras tensadas. Por último, se intercalan algunos estudios monográficos sobre constructores o tratados.

Los estudiantes eran de los dos últimos cursos de grado (principalmente cuarto y quinto). Cada curso se proponía un trabajo de curso de «investigación» sobre algún tema particular. Se asignaba un tema a cada grupo de dos estudiantes, que debían preparar un breve trabajo de investigación. Como ejemplo, en la Tabla 4 se muestra una lista de temas para la primera parte (HC-I, desde la Antigüedad hasta la Edad Media). Por supuesto, no era la intención el que los estudiantes hicieran una investigación original, sino que se familiarizasen con la documentación sobre un tema determinado y adquiriesen una cantidad limitada de información (de un número limitado de fuentes) para que, a continuación, fuesen capaces de estudiar críticamente este material y, finalmente, exponer los resultados de este estudio crítico realizado de una manera sistemática.

Hubo algunas clases sobre las fuentes y la búsqueda de información y seminarios intermedios. Al final del curso, los grupos debían exponer su trabajo por vía oral (20 minutos) y preparar un documento escrito (¡pero no la versión impresa de la presentación!). Algunos años se hizo un breve examen de opción múltiple con preguntas básicas con el fin de medir el nivel general de asimilación.

El resultado ha sido muy satisfactorio. La mayoría de los estudiantes mostraron un gran interés y hubo siempre algunos que hicieron trabajos notables. Se debe recalcar que el objetivo no era la investigación original, sino que los estudiantes pudiesen afrontar el problema de una investigación limitada. El campo ya estaba trabajado, pero los estudiantes trabajaron con tiempo y documentos, necesariamente, limitados. Sin embargo, cada año sobresalían unos dos o tres trabajos (de un total de, digamos, 20) que eran muy buenos. Algunos estudiantes también mostraron a veces un gran ingenio cuando, por ejemplo, usaron modelos de cartón para estudiar y comprender problemas geométricos islámicos o las geometrías de las bóvedas.

1. Transporte de colosos y obeliscos en el antiguo Egipto
2. Arcos y cúpulas en la arquitectura griega
3. Mecáncia de los templos griegos
4. Empleo del hierro en la construcción griega
5. El arquitecto en la antigua Roma
6. La estructura del Panteón
7. La construcción de puentes romanos
8. La formación de los arquitectos bizantinos
9. La estructura de la cúpula de Santa Sofía
10. Geometría: teoría y práctica en Persia, siglo XI
11. La estructura de la Mezquita de Córdoba
12. Bóvedas de arcos entrecruzados en España
13. Viollet-le-Duc y el racionalismo medieval
14. El proyecto de la catedral de Milán
15. La construcción de las cimentaciones medievales
16. La geometría práctica de los constructores medievales
17. Sobre la disposición y función de los nervios góticos
18. La estructura de las catedrales góticas
19. Los orígenes de los arbotantes
20. El papel de los arbotantes
21. Construcción de los cimborrios medievales españoles
22. La formación del arquitecto medieval
23. Bóvedas de abanico: geometría y construcción
24. El colapso de las bóvedas de la catedral de Beauvais

Tabla 4
Ejemplo de temas de «investigación» para el trabajo de curso en Historia de la Construcción I (Huerta, curso 2006-07)

En la Tabla 5 se ofrece el número de estudiantes que han participado en cada una de las dos partes en que se divide la asignatura de Historia de la Construcción.

En los últimos quince años ha habido un promedio de 120 estudiantes por año. Este fue el resultado del esfuerzo de un grupo de profesores. Dado que las asignaturas eran optativas, estos datos reflejan el interés sostenido por parte de los estudiantes sobre la Historia de la Construcción.

Las malas noticias son que el nuevo plan de 2010 suprime las asignaturas optativas y la enseñanza formal de Historia de la Construcción en la Escuela de Madrid, probablemente desaparecerá. Aunque la situación no es estable, sólo se imparten algunos talleres sobre aspectos muy concretos de la Historia de la Construcción: carpintería, bóvedas tabicadas, cantería y construcción gótica.

Curso	Historia de la Construcción - I	Historia de la Construcción - II	Total
1998-99	44	-	44
99-00	56	41	97
2000-01	45	45	90
01-02	66	1	67
02-03	94	45	139
03-04	93	112	205
04-05	74	98	172
2005-06	63	89	152
06-07	72	56	128
07-08	96	68	164
08-09	78	34	112
09-10	79	59	138
2010-11	76	18	94
11-12	57	54	111
12-13	68	44	112
2013-14	11	49	60
Total	1072	813	1885



Tabla 5
Número de alumnos matriculados en los cursos de Historia de la Construcción

Esta situación debe ser una advertencia acerca de la fragilidad de una disciplina recién nacida como es la Historia de la Construcción.

Tesis doctorales sobre la Historia de la Construcción

Además de la celebración de congresos y reuniones científicas y la organización docente, otro de los marcadores que señala el estado de la cuestión de una disciplina es la investigación original que se realiza en forma de tesis doctorales. La búsqueda de tesis doctorales sobre la Historia de la Construcción no es fácil ni inmediata. En los principales buscadores oficiales no hay una etiqueta independiente ni palabra clave para «historia de la construcción». Por lo tanto, hay que buscar a través de otras palabras que pertenecen al Tesauro, como la arquitectura, la historia de la arquitectura, tecnología de la construcción, la geometría, ciencias tecnológicas, historias especializadas, historia de la tecnología... Algunas tesis se han localizado a través de algunas palabras clave en los títulos: historia de la construcción, análisis constructivo, bóveda, cúpula, montea, traza, albañilería, cantería, estereotomía, fábrica de ladrillo, tapia de tierra, tapiería, castillo, fortificación, ingeniero militar, carpintería de lazo, carpintería de lo blanco, arquitectura industrial, historia de la ingeniería, ferrocarril, puentes... Los principales buscadores web para obtener información sobre tesis doctorales en España son:

- Teseo. Web del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Cuenta con la mayor base de datos de tesis doctorales leídas en España.
- TDR (Tesis doctorales en red). Repositorio digital cooperativo de las tesis doctorales leídas en Cataluña, principalmente, aunque también de otras regiones de España.
- Dialnet. Base de datos realizada por la Universidad de La Rioja en donde se puede encontrar tesis doctorales de 45 universidades públicas españolas.

Sin embargo, hemos detectado que el resultado que arrojan estas bases de datos no son totalmente fiables para las tesis anteriores al año 2000, ya que faltan algunas o están presentes en unos buscadores pero no en otros.

Era imposible consultar el texto completo de la mayoría de las tesis, por lo que la selección se ha realizado teniendo en cuenta el título y el resumen (cuando éste está disponible). Además, algunas tesis se han publicado como libros. Esta lista debe ser, por tanto, considerada provisional. Da una idea del desarrollo de la investigación en este campo en los últimos 40 años en España.

En cualquier caso, la investigación ha revelando un resultado de unas 90 tesis leídas en España en los últimos cuarenta años (1974-2014). Puede ocurrir que un examen detallado del contenido de alguna obligue a descartarla como una contribución dentro de la disciplina. Pero también es posible que el número sea mayor debido a las restricciones en la búsqueda. No obstante, al menos, es significativo y representativo, tabla 6.

Se puede apreciar un crecimiento espectacular en los últimos años. Esto puede explicarse por el éxito de la disciplina. Sin embargo, también pueden haber tenido influencia otros factores: desde 2007 la normativa de la universidad española ha reducido a tres años el período para escribir una tesis y, también, tener el grado de doctor ahora es el primer requisito para la carrera académica. Por último, la «evaluación de calidad» de las universidades tiene en cuenta el número de tesis leídas, si bien no su calidad real.

Periodo	Tesis leídas
1974-1985	3
1986-1990	11
1991-1995	9
1996-2000	13
2001-2005	15
2006-2010	13
2011-2014 (hasta septiembre)	27
Total	91

Tabla 6
Número de tesis sobre Historia de la Construcción leídas en España (1974-2014). Distribución en períodos de cinco años

La distribución de las universidades es la siguiente:

Universidad	Tesis leídas (1974-2014)
Politécnica de Madrid	22
Politécnica de Catalunya	21
Politécnica de Valencia	9
Sevilla	6
Complutense de Madrid	4
Autónoma de Madrid	3
Barcelona	3
Valladolid	3
Autónoma de Barcelona	2
Girona	2
Salamanca	2
Navarra	2
Granada	2
Zaragoza	2
Alicante	1
Oviedo	1
Castilla-La Mancha	1
Ramón Llull	1
Valencia	1
Jaume I de Castellón	1

Tabla 7
Tesis doctorales sobre Historia de la Construcción leídas en España (1974-2014). Distribución por Universidades

Conclusiones

La Historia de la Construcción es una disciplina por derecho propio, ya que sirve para explicar y entender una de las actividades humanas más antiguas: la construcción de edificios. La atención que despierta este campo, el creciente número de publicaciones, actividad demostrada en los congresos, etc., debe hacernos optimistas sobre su futuro. Sin embargo, este futuro prometedor sólo será una realidad si trabajamos con plena conciencia de los peligros y las dificultades en la construcción de una nueva disciplina.

La primera tarea será lograr un completo estatus universitario, con estructura, profesores a tiempo completo, investigadores, departamentos e institutos de investigación. Las dificultades relativas a la formación de profesores y formulación de asignaturas se han examinado muy brevemente y deberían ser el objeto de reflexión personal y debate colectivo (a través de congresos o simposios).

La segunda tarea consiste en formar un aparato crítico de bibliografías, ediciones críticas, estudios detallados, guías de referencia, etc., que permitan colocar los diferentes temas en el contexto de la disciplina. Esto mejorará la comprensión y, sobre todo, eliminará los errores y evitará repeticiones.

Por último, es necesario un trabajo considerable de investigaciones originales. Esto implica un trabajo muy duro; como se ha mencionado, debe dedicarse un gran esfuerzo a conocer el estado de la cuestión en cada campo particular de la Historia de la Construcción. Estamos abriendo nuevos caminos; hay mucho margen para explorar y descubrir. Pero las dificultades de una disciplina emergente son casi insuperables, como cuando las agencias de calidad de la investigación requieren arbitrariamente un «impacto» inmediato de la publicación.

Lista de referencias

1. Colección «Textos sobre teoría e historia de las construcciones»

(Editado por S. Huerta; incluye las actas de congresos y simposios)

1995

Heyman, J. *Teoría, historia y restauración de estructuras de fábrica. Colección de ensayos* (selección, edición y prólogo de S. Huerta Fernández). Madrid: Instituto Juan de Herrera, CEHOPU.

1996

Viollet-le-Duc, E. (1996). *La construcción medieval* (editado por E. Rabasa Díaz y S. Huerta). Madrid: Instituto Juan de Herrera, CEHOPU.

1996

Casas Gómez, A.; S. Huerta y E. Rabasa Díaz (eds.). *Actas del Primer Congreso Nacional de Historia de la Construcción (Madrid, 19–21 de septiembre de 1996)*. Madrid: SEdHC, Instituto Juan de Herrera, CEHOPU.

1997

Choisy, A. *El arte de construir en Bizancio* (editado por S. Huerta y J. Girón Sierra). Madrid: SEdHC, Instituto Juan de Herrera, CEHOPU.

1998

Bores Gamundi, F.; J. Fernández Salas; S. Huerta y E. Rabasa Díaz (eds.). *Actas del Segundo Congreso Nacional de Historia de la Construcción (A Coruña, 22–24 de octubre de 1998)*. Madrid: SEdHC, Instituto Juan de Herrera, CEHOPU, Universidad de la Coruña.

1999

Choisy, A. *El arte de construir en Roma* (editado por S. Huerta y J. Girón Sierra). Madrid: SedHC, Instituto Juan de Herrera, CEHOPU.

Heyman, J. *El esqueleto de piedra. Mecánica de la arquitectura de fábrica.*. Madrid: Instituto Juan de Herrera / CEHOPU.

2000

Graciani García, A:; S. Huerta; E. Rabasa Díaz y M. A. Tabales Rodríguez (eds.). *Actas del Tercer Congreso Nacional de Historia de la Construcción (Sevilla, 26–28 de octubre de 2000)*. Madrid: SEdHC, Instituto Juan de Herrera, CEHOPU, Universidad de Sevilla.

2001

Huerta, S. (ed.) *Las bóvedas de Guastavino en América.* Madrid: Instituto Juan de Herrera, CEHOPU, COAC, UPV, Avery Library.

Heyman, J. *La ciencia de las estructuras.* Madrid: Instituto Juan de Herrera.

2002

Heyman, J. *Vigas y pórticos.* Madrid: Instituto Juan de Herrera.

2003

Huerta, S. (ed.) *Proceedings of the First International Congress on Construction History (Madrid 20th–24th January 2003).* Madrid: Instituto Juan de Herrera, SEdHC. 3 vols.

2004

Heyman, J. *Análisis de estructuras. Un estudio histórico.* Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Huerta, S. *Arcos, bóvedas y cúpulas. Geometría y equilibrio en el cálculo tradicional de estructuras de fábrica*. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Truñó, Ángel. *Construcción de bóvedas tabicadas* (editado por S. Huerta, J. L. González y E. Redondo Martínez). Madrid: Instituto Juan de Herrera.

2005

Huerta, S. (ed.). *Actas del Cuarto Congreso Nacional de Historia de la Construcción (Cádiz, 27–29 enero de 2005)*. Madrid: SEdHC, Instituto Juan de Herrera, Colegio Oficial de Arquitectos de Cádiz, Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Cádiz.

Huerta, S. *Essays in the History of the Theory of Structures, in honour of Jacques Heyman.* Madrid: SEdHC, Instituto Juan de Herrera, CEHOPU.

Perronet, J.-R. *La construcción de puentes en el siglo XVIII* (editado por. A. Casas y E. Redondo). Madrid: Instituto Juan de Herrera, CEHOPU.

2006

Choisy, A. *El arte de construir en Egipto* (editado por S. Huerta y G. López Manzanares). Madrid: Instituto Juan de Herrera, CEHOPU.

Guastavino, Rafael. *Escritos sobre la construcción cohesiva y su función en la arquitectura.* (editado por S. Huerta). Madrid: Instituto Juan de Herrera, CEHOPU.

2007

Arenillas, M.; C. Segura; F. Bueno y S. Huerta (eds.). *Actas del Quinto Congreso Nacional de Historia de la Construcción (Burgos 7–9 junio de 2007)*. Madrid: SEdHC, Instituto Juan de Herrera, CEHOPU, COICCP. 2 vols.

2009

Huerta, S.; R. Marín, R. Soler y A. Zaragozá. *Actas del Sexto Congreso Nacional de Historia de la Construcción (Valencia 21–24 de octubre de 2009)*. Madrid: Instituto Juan de Herrera. 2 vols.

Girón Sierra, J. y S. Huerta. *Auguste Choisy (1841–1909). L'architecture et l'art de bâtir*. Madrid: SEdHC, Instituto Juan de Herrera.

2010

Heyman, J. *Teoría básica de estructuras.* Madrid: Instituto Juan de Herrera.

2011

Huerta, S., I. J. Gil Crespo, S. García Suárez y M. Taín. *Actas del Séptimo Congreso Nacional de Historia de la Construcción (Santiago de Compostela 26-29 de octubre de 2011)*. Madrid: SEdHC, Instituto Juan de Herrera. 2 vols.

2012

Thunnissen, H. J. W. *Bóvedas: su construcción y empleo en la arquitectura* (editado por S. Huerta). Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Willis, R. *La construcción de las bóvedas en la Edad Media* (editado por .S. Huerta). Madrid: Instituto Juan de Herrera.

2013

Navascués Palacio, P. y S. Huerta. *Segovia, su catedral y su arquitectura. Ensayos en homenaje a José Antonio Ruiz Hernando.* Madrid: SEdHC, Instituto Juan de Herrera.

Huerta, S. y Fabián López Ulloa. *Actas del Octavo Congreso Nacional de Historia de la Construcción (Madrid 9-12 octubre de 2013)*. Madrid: SEdHC, Instituto Juan de Herrera. 2 vols.

2014

Gil Crespo, I. (ed.). *Historia, arquitectura y construcción fortificada. Ensayos sobre investigaciones recientes*. Madrid: SEdHC, Instituto Juan de Herrera.

2015

Street, G. E. *La arquitectura gótica en España,* editado por F. López Ulloa. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Heyman, J. *Teoría, historia y restauración de estructuras de fábrica. Volumen I*. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Heyman, J. *Teoría, historia y restauración de estructuras de fábrica. Volumen II*. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

2. Lista provisional de tesis doctorales leídas en las universidades españolas sobre Historia de la Construcción, 1974-2014

1974

1. Sánchez Pro, Juan Luis. *Alternativa histórica al proceso deductivo del conocimiento del cálculo de la Resistencia de los Materiales*, Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona, Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona.

1980

2. Pérez Arroyo, Salvador. *La moral constructiva : razón e historia de lo constructivo en la época moderna.* Escuela Técnica Superior de Arquitectura, Universidad Politécnica de Madrid.

1982

3. Cervera Bravo, Jaime. *Cálculo de estructuras y resistencia de materiales. Origen y desarrollo histórico de los conceptos utilizados*. Escuela Técnica Superior de Arquitectura, Universidad Politécnica de Madrid.

1986

4. Díaz Gómez, Cèsar. 1986. *Aproximació a l'evolució i al comportament derivat de les tècniques constructives utilitzades en els tipus edificatoris exempts destinats a habitatge econòmic a Catalunya (Període 1954-1976)*. Departament de Construccions Arquitectòniques I. Universitat Politècnica de Catalunya. Barcelona.

1987

5. Castro Villalba, Antonio. 1987. *Algunos aspectos de la ciencia cierta de la construcción medieval*. Universidad Politécnica de Catalunya. Barcelona.
6. González Moreno-Navarro, José Luis. 1987. *Un estudio sobre el proceso de desvinculación de los contenidos de construcción en los tratados de arquitectura de los siglos XVI al XIX*. Universidad Politécnica de Catalunya. Barcelona.
7. Palacios Gonzalo, José Carlos. 1987. *Intervención y convención en las técnicas constructivas del Renacimiento español (estereotomía renacentista del tratado de Vandelvira)*. Universidad Politécnica de Madrid.
8. Rabanal Yus, Aurora. 1987. *Arquitectura industrial del siglo XVIII en España: las Reales Fundiciones*. Universidad Autónoma de Madrid.
9. Souto Lasala, Juan Antonio. 1987. *Fortificación islámica en la Marca Superior de al-Andalus. Período Omeya. Testimonios de las fuentes escritas en lengua árabe*. Universidad de Zaragoza. Zaragoza.

1990

10. Huerta Fernández, Santiago. 1990. *Diseño estructural de arcos, bóvedas y cúpulas en España (1500-1800)*. Estructuras de la Edificación. Universidad Politécnica de Madrid.

11. Martinena Ruiz, Juan José. 1990. *Castillos reales de Navarra (siglos XIII-XIV)*. Universidad de Navarra. Pamplona.
12. Marzal Martínez, Amparo. 1990. *La ingeniería militar en la España del siglo XVIII. Nuevas aportaciones a la historia de su legado científico y monumental*. Universidad Complutense de Madrid.
13. Muñoz Corbalán, Juan Miguel. 1990. *La labor profesional de los ingenieros militares "borbónicos" de Flandes a España (1691-1718). Formación y desarrollo de una nueva arquitectura moderna en Catalunya*. Universidad de Barcelona.
10. Zaragozá Catalán, Arturo. 1990. *Iglesias de arcos diafragma y armadura de madera en la arquitectura medieval valenciana*. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia.

1991

15. Fernández Cabo, Miguel. *Armaduras de cubierta en la región leonesa : bases documentales y criterios para el análisis, clasificación y evolución de las tipologías estructurales de la cubierta en la región leonesa*, Departamento de Construcciones Arquitectónicas, Universidad Politécnica de Madrid.
16. Godoy Puertas, Jesús. 1991. *La Razón de la estructura*. Departament de Projectes Arquitectònics. Universitat Politècnica de Catalunya. Barcelona.
17. Martínez Prades, José Antonio. 1991. *El castillo de Loarre (Huesca). Sus orígenes, construcción y problemática artística*. Universidad Complutense de Madrid.

1992

18. Cabañero Subiza, Bernabé. 1992. *Los castillos catalanes del siglo X. Circunstancias históricas y problemas arqueológicos*. Universidad de Zaragoza. Zaragoza.
19. Fernández Blanco, Miguel. 1992. *Armaduras de cubierta en la región leonesa*. Universidad Politécnica de Madrid.
20. Zamora Canellada, Alonso. 1992. *El castillo de Ayllón (Segovia)*. Universidad Complutense de Madrid.

1994

21. Gómez Martínez, Javier. *La boveda de crucería en la arquitectura española de la Edad Moderna.* Universidad de Valladolid
22. Fernández-Shaw Toda, María. 1994. *Carpintería de lo blanco en la provincia de Ávila (arquitectura religiosa)*. Universidad Complutense de Madrid.
23. Maña Alvarenga, M. Tibisay. 1994. *Miguel Costanso: un ingeniero militar ilustrado en el Virreinato Novohispánico (1764-1814)*. Universidad de Barcelona.

1996

24. Galindo Diaz, Jorge Alberto. 1996. *El conocimiento constructivo de los ingenieros militares españoles del siglo XVIII*. Departament de Construccions Arquitectòniques I. Universitat Politècnica de Catalunya. Barcelona.
25. Palomo Fernández, Gema. 1996. *La catedral de Cuenca en el contexto de las grandes canterías catedralicias castellanas en la Baja Edad Media*. Universidad Autónoma de Madrid.
26. Rodríguez Estévez, Juan Clemente. 1996. *Los canteros de la catedral: organización y trabajo de los talleres de canteros de la catedral de Sevilla en la primera mitad del siglo XVI*. Universidad de Sevilla. Sevilla.
27. Rosell Colomina, Jaume. 1996. *La construcció en l'arquitectura de Barcelona a final del segle XVIII*. Departament de Composició Arquitectònica. Universitat Politècnica de Catalunya. Barcelona.
28. Soler Verdú, Rafael. 1996. *La cúpula en la arquitectura moderna valenciana. Siglos XVI a XVIII. Metodologías de estudios previos en los sistemas abovedados*. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia.

1997

29. Chapa Imaz, álvaro. 1997. *La construcción de los saltos del Duero, 1903-1970. Historia de una epopeya colectiva*. Universidad de Navarra. Pamplona.
30. Gordo Murillo, Carlos. 1997. *Bóvedas oblicuas en cantería: sus elementos y morfología como factores limitadores de su uso*. Universidad Politécnica de Madrid.
31. Navarro Abrines, Mª Carmen. 1997. *Carlos de Beranger, un ingeniero militar en el Virreinato del Perú (1719-1793)*. Universidad de Barcelona.

1998

32. García Gamallo, Ana M. 1998. *La evolución de las cimentaciones en la Historia de la Arquitectura, desde la Prehistoria hasta la Primera Revolución Industrial*. Estructuras de la Edificación. Universidad Politécnica de Madrid.
33. Nocito Marasco, Gustavo José. 1998. *Los cuerpos geométricos en la arquitectura de Gaudí: las chimeneas del Palau Güell construcción y geometría práctica en un ejemplo*. Departament d'Expressió Gràfica Arquitectònica I. Universitat Politècnica de Catalunya. Barcelona.

1999

34. Candelas Gutiérrez, Ángel Luis. 1999. *Análisis constructivo de la carpintería de armar en la provincia de Huelva. Su relación con los tratados de carpintería*. Construcciones Arquitectónicas I. Universidad de Sevilla. Sevilla.
35. López Manzanares, Gema. 1999. *Estabilidad y construcción de cúpulas de fábrica: el nacimiento de la teoría y su relación con la práctica*. Estructuras de la Edificación. Universidad Politécnica de Madrid.

2000

36. Calvo López, José. 2000. *Cerramientos y trazas de montea de Ginés Martínez de Aranda*. Ideación Gráfica Arquitectónica. Universidad Politécnica de Madrid.

2001

37. Narváez Cases, Carme. 2001. *El tracista fra Josep de la Concepció i l'arquitectura carmelitana a Catalunya*. Departament d'Art. Universitat Autònoma de Barcelona.

2002

38. Carrasco Hortal, Jose. 2002. *La estructura gótica catalana: sobre los conceptos de medida y espacio. El problema de la forma en la cubierta*. Departament d'Expressió Gràfica Arquitectònica I. Universitat Politècnica de Catalunya. Barcelona.
39. Gómez Sánchez, Mª Isabel. 2002. *El proyecto de armaduras de madera: 1500-1810. De los métodos empíricos al cálculo científico: su evolución a través de los textos*. Estructuras de la Edificación. Universidad Politécnica de Madrid.
40. Sanz Molina, Sara Elizabeth. 2002. *Tres fortificaciones en Nueva España. Estudio arquitectónico-constructivo*. Construcciones Arquitectónicas I. Universidad Politécnica de Catalunya. Barcelona.

2003

41. Cassinello Plaza, Pepa. *Trazado y estabilidad de la arquitectura gótica*, Departamento de Construcciones Arquitectónicas, Universidad Politécnica de Madrid.
42. Martín Rodríguez, Ángel. 2003. *Evolución de la tipología estructural en la arquitectura industrial asturiana. Análisis comparativo de diseño y cálculo*. Construcción e ingeniería de fabricación. Universidad de Oviedo. Oviedo.
43. Montero Ángel, Juan. 2003. *Diego Antonio Díaz y la iglesia parroquial de Umbrete: estudio técnico y analítico de su fábrica de ladrillo*. Historia del Arte. Universidad de Sevilla. Sevilla.
44. Serrallonga Gasch, Jaume. 2003. *Geometria i mecànica en els models de Gaudi*. Departament d'Estructures a l'Arquitectura. Universitat Politècnica de Catalunya. Barcelona.

2004

45. Alawna, Shamikh. 2004. *Las técnicas constructivas empleadas en los castillos de la frontera norte del reino de Granada*. Historia medieval y Ciencias Técnicas Histórico Gráficas. Universidad de Granada. Granada.
46. Chamorro Trenado, Miquel Àngel. 2004. *La construcció de l'església de Sant Feliu de Girona al segle XIV. Els llibres d'obra*. Departament de Geografia, Història i Història de l'Art. Universitat de Girona. Girona.
47. Navarro Fajardo, Juan Carlos. 2004. *Bóvedas valencianas de crucería de los siglos XIV al XVI. Traza y montea*. Historia del Arte. Universitat de Valencia. Valencia.
48. Ordaz Tamayo, Marisol. 2004. *Arquitectura religiosa virreinal de Yucatán. El conocimiento histórico-técnico de las iglesias con estructura espacial conventual. El conocimiento de la arquitectura histórica como condicionante de la restuaración*. Construcción, restauración y rehabilitación arquitectónica. Universidad Politécnica de Catalunya. Barcelona.

2005

49. Herráez Cubino, Guillermo. 2005. *El léxico de los tratados de cortes de cantería españoles del siglo XVI*. Lengua Española. Universidad de Salamanca. Salamanca.
50. Sumozas García Pardo, Rafael. 2005. *Arquitectura industrial en Almadén. Antecedentes, génesis y extensión de un modelo*. Universidad de Castilla-La Mancha. Ciudad-Real.
51. Utrero Agudo, María de los Ángeles. 2005. *Iglesias tardoantiguas y altomedievales en la Península Ibérica. Análisis arqueológico y sistemas de abovedamiento*. Prehistoria y Arqueología de la Península Ibérica. Universidad Autónoma de Madrid.

2006

52. Fraile Delgado, Miguel José. 2006. *Materiales de construcción en los castillos de Castilla y León*. Ingeniería y Morfología del Terreno. Universidad Politécnica de Madrid.
53. Rodriguez Lozano, Diego. 2006. *Sobre el oficio y la técnica en la obra de Josep Maria Jujol*. Departament de Projectes Arquitectònics. Universitat Politècnica de Catalunya. Barcelona.

2007

54. López Martínez, Francisco Javier. 2007. *Tapiería en fortificaciones medievales. Región de Murcia*. Composición Arquitectónica. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia.

2008

55. García Jara, Francisco. 2008. *Las cúpulas de la arquitectura religiosa de la provincia de Alicante: del Renacimiento al siglo XIX*. Expresión gráfica arquitectónica. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia.
56. Sureda, Marc. 2008. *Els precedents de la Catedral de Santa Maria de Girona. De la plaça religiosa del fòrum romà al conjunt arquitectònic de la seu romànica (ss. I aC - XIV dC)*. Departament de Geografia, Història i Història de l'Art. Universitat de Girona. Girona.

2009

57. Araújo Pais Vieira, Miguel Jaime. 2009. *Arquitectura e industrialización de la construcción. Sistemas constructivos y prefabricación de viviendas en la ciudad de Jena, Thüringen, República Democrática Alemana, 1945-1990*. Urbanismo y representación de la Arquitectura. Universidad de Valladolid. Valladolid.
58. López Mozo, Ana. 2009. *Bóvedas de piedra del Monasterio de El Escorial*. Ideación Gráfica Arquitectónica. Universidad Politécnica de Madrid.
59. Sanjust i Latorre, Cristina. 2009. *L'obra del Reial Monestir de Santa Maria de Pedralbes des de la seva fundació fins al segle XVI. Un monestir reial per a l'orde de les clarisses a Catalunya*. Departament d'Art. Universitat Autònoma de Barcelona.
60. Soler Estrela, Alba. 2009. *La arquitectura de los despoblados moriscos en los valles de la Marina Alta*. Expresión Gráfica Arquitectónica. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia.

2010

61. Aljazairi López, Gloria. 2010. *La carpintería de lo blanco. Teoría, traza y reproducción: las cubiertas de lazo del Convento de la Merced*. Historia del Arte. Universidad de Granada. Granada.
62. Casals Balagué, Albert. 2010. *La construcció arquitectònica i la crisi de la tradició (1875-1985): un estudi sobre l'ensenyament de la construcció arquitectònica a l'Escola d'Arquitectura de Barcelona*. Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de Barcelona. Universitat Politècnica de Catalunya. Barcelona.
63. Morato Moreno, Manuel. 2010. *La representación gráfica en la América Hispana del siglo XVI. Fortificaciones y terrenos*. Expresión gráfica y arquitectónica. Universidad de Sevilla. Sevilla.
64. Rodríguez Trujillo, Wilson Wladimir. 2010. *Arquitectura de madera en las misiones jesuíticas de chiquitos (Bolivia) del siglo XVIII y sus orígenes prehispánicos y europeos*. Departament de Construccions Arquitectòniques I. Universitat Politècnica de Catalunya. Barcelona.

2011

65. Albendea Ruz, María Esther. 2011. *La carpintería de lo blanco de la casa Pilatos de Sevilla*. Escultura e Historia de las Artes Plásticas. Universidad de Sevilla. Sevilla.
66. Benito Pradillo, Mª Ángeles. 2011. *La catedral de Ávila: evolución constructiva y análisis estructural*. Estructuras de la Edificación. Universidad Politécnica de Madrid.
67. Pérez Millán, María Isabel. 2011. *Historia del castillo de Santa Bárbara de Alicante desde sus orígenes hasta la Guerra de la Independencia*. Construcciones Arquitectónicas. Universidad de Alicante. Alicante.

2012

68. Giner i Olcina, Josep. 2012. *El primer arquitecte Sant Pere de Rodes: projectar una església fa deu segles*. Departament de Composició Arquitectònica. Universitat Politècnica de Catalunya. Barcelona.
69. Gómez Val, Ricardo. 2012. *La Construcción de templos parroquiales en Barcelona entre 1952 y 2000*. Departament de Construccions Arquitectòniques I. Universitat Politècnica de Catalunya. Barcelona.
70. Guerra Pestonit, Rosa Ana. 2012. *Bóvedas y contrarresto del Colegio de Nuestra Señora de la Antigua de Monforte de Lemos. Geometría, construcción y mecánica*. Estructuras de la Edificación. Universidad Politécnica de Madrid.
71. Hurtado Valdez, Pedro Augusto. 2012. *Bóvedas encamonadas: origen, evolución, geometría y construcción entre los siglos XVII y XVIII en el Virreinato del Perú*. Estructuras de la Edificación. Universidad Politécnica de Madrid.
72. Martin Saiz, Diego. 2012. *El Guggenheim Museum de New York. Interpretación del papel de la estructura a través de la colaboración entre Frank Lloyd Wright y Jaroslav J. Polivka*. Departament de Construccions Arquitectòniques I. Universitat Politècnica de Catalunya. Barcelona.
73. Martínez Corral, Aurora María. 2012. *Estación de ferrocarriles de la Compañía de los Caminos de Hierro del Norte en Valencia. Génesis. De la idea al proyecto. De los materiales a la construcción*. Construcciones Arquitectónicas. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia.
74. Merino Gómez, Elena. 2012. *Torres medievales en la Baja Moraña (Ávila): análisis constructivo, histórico y artístico a partir de su documentación gráfica*. Construcciones arquitectónicas, Ingeniería del terreno y mecánica de los medios continuos y teoría de estructuras. Universidad de Valladolid. Valladolid.
75. Recuenco Fernández, María José. *Verificación mecánica de reglas estructurales en bóvedas de planta poligonal centralizada del gótico tardío en España*, Estructuras de la Edificación. Universidad Politécnica de Madrid.
76. Sánchez Orense, Marta. 2012. *La fortificación y el arte militar en los tratados renacentistas. Estudio lexicográfico*. Lengua Española. Universidad de Salamanca. Salamanca.
77. Sica Palermo, Humberto Nicolás. 2012. *Forma y tectonicidad: estructura y prefabricación en la obra de Gordon Bunshaft*. Departament de Projectes Arquitectònics. Universitat Politècnica de Catalunya. Barcelona.

2013

78. Bravo Wagner, Carlos Antonio. 2013. *Estudio analítico de las tipologías y sistemas constructivo-estructurales de la vivienda del porfiriato en Guadalajara, Jalisco, México*. Departament de Construccions Arquitectòniques I. Universitat Politècnica de Catalunya. Barcelona.
79. Fuentes González, Paula. 2013. *Bóvedas de arcos entrecruzados entre los siglos X y XVI. Geometría, construcción y estabilidad*. Estructuras de la Edificación. Universidad Politécnica de Madrid.
80. Gil Crespo, Ignacio Javier. 2013. *Fundamentos constructivos de las fortificaciones fronterizas entre las coronas de Castilla y Aragón de los siglos XII al XV en la actual provincia de Soria*. Construcción y Tecnología Arquitectónicas. Universidad Politécnica de Madrid.
81. Guardia Olmedo, José Jesús. 2013. *Estudio constructivo y caracterización de los materiales que han hecho posible la arquitectura del castillo-palacio de La Calahorra en la provincia de Granada (siglo XVI)*. Construcciones Arquitectónicas II. Universidad de Sevilla. Sevilla.
82. López Patiño, Gracia. 2013. *Chimeneas industriales de fábrica de ladrillo en el Levante y Sureste español. Influencia sobre otros territorios. Estudio y análisis de las tipologías constructivas*. Construcciones Arquitectónicas. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia.

83. Mateos Enrich, Jorge. *Persistencia de Santa Sofía en las mezquitas otomanas de Estambul, siglos XV y XVI : mecánica y construcción.* Estructuras de la Edificación. Universidad Politécnica de Madrid.
84. Mrakic, Alessandro. 2013. *El desarrollo del conocimiento constructivo militar desde Vitruvio hasta el siglo XVII. Análisis de los tratados de arquitectura militar*. Construcciones Arquitectónicas. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia.
85. Redondo Martínez, Esther. 2013. *La bóveda tabicada en España en el siglo XIX: la transformación de un sistema constructivo*. Estructuras de la Edificación. Universidad Politécnica de Madrid.
86. Rentería Cano, Ma. Isabel de. 2013. *Detalles en la arquitectura de J.A. Coderch*. Enginyeria i Arquitectura La Salle. Universitat Ramon Llull. Tarragona.
87. Sáez Riquelme, Beatriz. 2013. *Iglesias salón valencianas del XVIII: levantamiento gráfico, análisis geométrico y constructivo, patología común*. Ingeniería de Sistemas Industriales y Diseño. Universidad Jaume I de Castellón. Castellón.

2014 (hasta septiembre)

88. Aliberti, Licinia. 2014. *Pantheon y cúpulas clásicas romanas: geometría y construcción*. Ideación Gráfica Arquitectónica. Universidad Politécnica de Madrid.
89. Garcia Fuentes, Josep M. 2014. *La construcció del Montserrat modern*. Departament de Composició Arquitectònica. Universitat Politècnica de Catalunya. Barcelona.
90. Marín Sánchez, Rafael. 2014. *Uso estructural de prefabricados de yeso en la arquitectura levantina de los siglos XV y XVI*. Programa de doctorado en Arquitectura, Edificación, Urbanística y Paisaje. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia.
91. Martín Talaverano, Rafael. 2014. *Bóvedas de crucería rebajadas hispanas: geometría, estructura y construcción*. Construcción y Tecnología Arquitectónicas. Universidad Politécnica de Madrid.

Notas

1. Sobre G. Sarton y la fundación de la Historia de la Ciencia hay una abundante literatura. Véase en particular: A. Thackray y R. K. Merton. 1972. «On Discipline Building: The Paradoxes of George Sarton», *Isis* 63: 472-495; E. Garfield. 1992. «The life and career of George Sarton: The father of the History of Science», *Sartoniana* 5: 109-130; y L. Pyenson y Ch. 2009. «Verbruggen Ego and the International: The Modernist Circle of George Sarton». *Isis* 100: 60-78.
2. Este texto es una versión traducida y revisada del artículo: S. Huerta e I. J. Gil Crespo. 2015. «Construction History in Spain: The Discipline's Foundation». En *L'histoire de la construction. Un méridien européen / Construction History. A European Meridian,* A. Becchi, R. Carvais y J. Sakarovitch, eds. Paris: Association francophone d'histoire de la construction, 273-298. (URL: http://www.histoireconstruction.fr/rapport2015.)
3. Véase: S. Huerta. «Construction History in Spain: Some notes on its current state, historical origins and future perspectives». En *Construction History. Research perspectives in Europe.* A. Becchi, M. Corradi, F. Foce y O. Pedemonte (Eds.) Firenze: Kim Williams Books, 2004: 43-59; «L'Histoire de la construction en Espagne: origines et état des recherches». En *Édifice et artifice. Histoires constructives (Recueil de textes issus du premier congrès francophone d'histoire de la construction. Paris, 19-21 juin 2008),* R. Carvais et al. (eds.) Paris: Picard, 2010: 65-75; «Historia de la Construcción: la fundación de una disciplina». En *A História da Construçao em Portugal.* J. Mascarenhas Mateus (ed.). Lisboa: Almedina, 2010: 31-48.
4. Véase: R. Carvais, et al. 2012. «On Construction History». En *Nuts and Bolts of Construction History. Culture, Technology and Society*, R. Carvais et al. eds. Paris: Picard, 2012, vol. 1: ix-xiv. En este artículo se cita la literatura relevante sobre el tema. Véase también una breve lista en: A. Becchi et al. 2015. «Appendix: A selection of writings about Construction History», en *L'histoire de la construction. Un méridien européen*, op. cit. en nota 1, pp. 347-349.
5. M. Moliner. 1998. *Diccionario de uso del español*. 2ª ed. Madrid: Gredos.
6. A. Choisy. *L'art de bâtir chez les Romains.* Paris: Librairie générale de l'architecture et des travaux publics Ducher et Cie, 1873: 1. (Traducción al español: *El arte de construir en Roma*, ed. por S. Huerta y F. J. Girón. Madrid: Instituto Juan de Herrera / CEHOPU, 1999.)
7. S. Huerta. 2003. «The mechanics of timbrel vaults: a historical outline». En *Essays in the History of Mechanics,* A. Becchi, M. Corradi, F. Foce y O. Pedemonte Eds. Basel: Birkhäuser, 89-133.
8. Huerta, S. «The Debate about the Structural Behaviour of Gothic Vaults: From Viollet-le-Duc to Heyman». En *Proceedings of the Third International Congress on Construction History, Cottbus, 20-24 May 2009,* Cottbus: Chair of Construction History and Historical Preservation of the Brandenburg University of Technology, 2009. pp. 837-844.
9. En el Proemio del Libro II, Vitruvio, después de citar numerosos autores griegos, en lo que podría considerarse como la primera bibliografía de tratados de arquitectura, dice: «...de cuyas obras he tomado y reducido a un cuerpo lo perteneciente a la Arquitectura, movido de ver tantos libros de esta facultad entre los Griegos, y tan pocos latinos». *Los diez libros de Arquitectura tra-*

ducidos del latin y comentados por D. Joseph Ortiz y Sanz. Madrid: Imprenta Real, 1787, pp. 161-165.
10. P. Murray *Arquitectura del Renacimiento* (Madrid: Aguilar, 1972), p. 10: «no puede dudarse razonablemente que Brunelleschi estudió la ciencia estructural de los romanos y la aplicó a las circunstancias de su época». A continuación cita el siguiente fragmento de la *Vita di Brunellescho*: «levantó croquis de casi todos los edificios de Roma, y de muchos lugares de sus alrededores, con medidas de su anchura y altura ... y en muchos sitios hacían excavar para ver y comparar los elementos de los edificios ... y anotaban en tiras de pergamino cuadriculadas, con números y caracteres que Filippo entendía».
11. J.J. Winckelmann. «Anmerkungen über die Baukunst der Alten». *Studien zur Deutschen Kunstgeschichte*, Vol. 337, 1762; C.L. Ziegler. «Beantwortung über die Preisfrage über die Ursachen der Festigkeit alter römischer und gostischer Gebäude und die Mittel, gleiche Festigkeit bei neuer Mauerwerken zu erhalten». Berlin: 1776.
12. J. Rondelet, J. *Traité théorique et pratique de l'art de bâtir.* Paris: Chez l'auteur, 1802-1810. 6 vols. Este tratado tuvo numerosas reediciones a lo largo del siglo XIX.
13. G. A. Breynmann. *Allgemeine Baukonstruktionslehre mit besonderer Beziehung auf das Hochbauwesen.* Leipzig: J. M. Gebhardt's Verlag, 1868. 4 vols.
14. R. Gottgetreu. *Lehrbuch der Hochbaukonstruktionen.* Berlin: Verlag von Wilhem Ernst und Sohn, 1880-1888. 6 vols.
15. E. E. Viollet-le-Duc, *Dictionnaire raisonné de l'architecture française du XI[e] au XVI[e] siècle*, Paris, Librairies-Imprimairies Réunies, 1858-68. 10 vols.
16. A. Choisy, *L'Art de bâtir chez les Romains*. Paris: Librairie de la Societé Anonyme de Publications Périodiques, 1872; y A. Choisy, *L'Art de bâtir chez les Byzantines*. Paris: ídem, 1883.
17. J. Durm, *Die Baukunst der Etrusker. Die Baukunst der Römer.* (Handbuch der Architektur, Teil 2, Bd.2) Stuttgart: Alfred Kröner, 1905.
18. M. E. Blake. *Ancient Roman Construction in Italy from the Prehistoric Period to Augustus*. Washington: 1947; *Roman Construction in Italy from Tiberius through the Flavians*. Washington: 1959; y *Roman Construction in Italy from Nerva through the Antonines.* Philadelphia: 1973.
19. G. Lugli. *La tecnica edilizia romana, con particolare riguardo a Roma e Lazio.* Roma: 1957.
20. Véase J. Stummvoll, *Technikgeschichte und Schrifftum...*, op. cit., pp. 5-10.
21. Sin duda, el primer autor debe su afición a la bibliografía, el amor a los libros y a la «caza» de referencias, a su padre Fernando Huerta López que publicó la primera *Bibliografía meteorológica española*. (Madrid: Instituto Nacional de Meteorología. Biblioteca, 1975. 3[a] edición revisada y ampliada considerablemente, 1984).
22. Véase: G. Sarton. «Introduction to the History and Philosophy of Science (Preliminary Note)», Isis 4, 1921: 23-31, y treinta años despues, «Is it possible to teach the History of Science». En *Horus. A guide to the History of Science.* New York: The Ronald Press Company, 1952: 44-66.
23. Véase la nota 1.
24. G. Sarton publicó cuatro ensayos sobre la enseñanza de la Historia de la Ciencia: G. Sarton. «The teaching of the History of Science». *The Scientific Monthly 7*, 1918: 193-211; (segundo artículo) *Isis* 4, 1921: 225-249; (tercer artículo) *Isis* 13, 1930: 272-297, y el ya citado «Is it possible to teach the History of Science», véase la nota 4.
25. Sarton también hizo inteligentes comentarios sobre este tema: G. Sarton, «Qualifications of teacher of the History of Science». *Isis* 37, 1947:5-7; (segundo artículo), *Isis* 40, 1949: 311-313.

Comunicaciones

El conjunto fabril de Ca l'Aranyó en Barcelona y sus orígenes ingleses

Bill Addis
Antoni Vilanova

La familia de industriales Arañó es originaria de la ciudad catalana de Manresa y su actividad se inicia en la segunda mitad del siglo XVIII dedicada a la manufactura de la seda (Cabana 1993). Existen noticias que Cayetano Arañó, en este mismo siglo, ejerce de tejedor de velas para embarcaciones. Pero la figura de su hijo, José, documentado como fabricante de pañuelos de seda en 1803, es quien da origen a la empresa José Arañó, Hermanos y Compañía e inicia la transición hacia el tejido de algodón.

Las relaciones comerciales y familiares establecidas en esta segunda generación continúan y se estrechan a lo largo del siglo XIX por una serie de enlaces endogámicos, sin producir la rotura de los lazos comerciales.

El primer industrial destacado de la familia es Mauricio Arañó y Parera, que se desplaza desde Manresa a Barcelona en 1815, a la muerte de José Arañó. Fallecido éste en Mauricio (1822), su hermano Luis y su primo Cayetano, que debían ser socios de la empresa, constituyen la sociedad Cayetano y Luis Arañó.

La empresa presenta sus productos en la Exposición Industrial de Madrid del año 1841, donde es galardonada con una medalla de plata por sus reconocidos pañuelos. Es remarcable e influyente la presencia en la familia de un personaje que vive al margen del negocio empresarial, pero muy vinculado a la industria; se trata de José Arañó (hermano de Luis). Nacido en Manresa se traslada a Lyon para hacer estudios sobre tejidos, especialmente los de seda (mayoritarios y destacados en esta ciudad). De regreso a Barcelona se erige como el primer profesor de «Teoría y práctica de tejidos» en la escuela que abrió en la calle de Sant Pau, 95 (junto al Gran Teatro del Liceo). En 1848 es nombrado para ocupar la cátedra de esta misma asignatura en el Instituto Industrial de Cataluña, y en 1851 en la Escuela Industrial. En el año 1845 publica un *Tratado para la fabricación de Tejidos de seda* y se establece, también, como fabricante textil bajo el nombre de José Arañó y Compañía. A continuación constituye una hilatura de algodón en Sant Cugat y una fábrica de tejidos de algodón con mezcla en Barcelona.

Con motivo de la Exposición Pública de Productos Industriales en Barcelona (1844), las dos sociedades, Cayetano y Luis Arañó y José Arañó y Compañía presentan sus productos por separado. Cayetano Arañó y Torrents se casa con su prima Isabel Arañó y Parera, hermana de su socio. De este matrimonio nace el 9 de septiembre de 1827 Claudio Arañó y Arañó (1827-1884), una de las personalidades más destacables de la industria catalana del siglo XIX (figura 1). En 1846, con 19 años de edad ya está al frente de la empresa prestando un gran impulso y dando lugar a una gran actividad comercial.

Entre 1851-52 la empresa está registrada con el nombre de Claudio Arañó y Compañía. Los conocimientos y experiencia de este industrial sobre las tres fibras textiles fundamentales como la seda, el algodón, y la lana, son la base ideal para iniciar la pro-

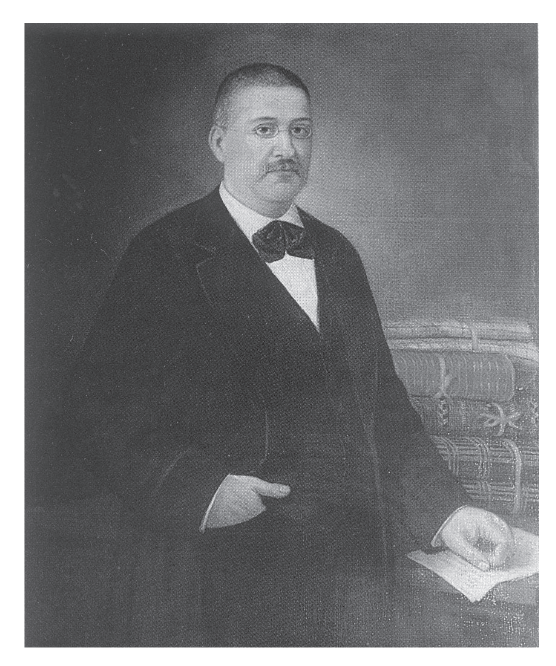


Figura 1
Retrato de Claudio Arañó. Galería de empresarios ilustres. *Foment del Treball Nacional (FTN)*, Barcelona (Cabana 1993)



Figura 2
Imagen publicitaria. Etiqueta de la empresa, Trinxé Ediciones. Barcelona, a.1860 (Cabana 1993)

ducción de los tejidos de mezcla. El prestigio de la marca acelera una gran actividad exportadora, especialmente hacia las antiguas colonias americanas (figura 2).

La industria se dedica a la fabricación de hilados y tejidos siguiendo el sistema de hilatura inglés, llamado *Bradford*. La energía necesaria para mover los telares procede de dos grandes calderas de vapor, de la casa Alexander Hermanos, fabricadas en Barcelona.

Claudio Arañó es un personaje reconocido como el impulsor de la producción de tejidos de mezcla. Lamentablemente, por culpa del arancel y de la mala clasificación de los géneros, como afirman los fabricantes, o por culpa de una crisis económica general o por la sobreproducción la industria de mezcla de lana para vestidos femeninos, se derrumba en el último tercio del siglo XIX. Se detiene la producción y se buscan alternativas. Mientras, la maquinaria de las tres fábricas se adapta para la elaboración de hilados y tejidos de algodón. En el sector lanero introduce la manufactura de torcidos de pelo de cabra y, en el campo de la seda intenta, sin éxito, la hilatura de borras de seda.

Todas las actividades fabriles están concentradas, hasta entonces, en el barrio del Raval en Barcelona (Vilanova et al 1997). Los numerosos viajes que Claudio Arañó realiza por las principales ciudades textiles europeas, principalmente Manchester, le permiten observar nuevas técnicas en los procesos de fabricación así como el desarrollo de modelos arquitectónicos acordes con la evolución de los métodos de producción. Su apuesta es clara y se encamina hacia el cambio de ubicación y posterior traslado de producción a un nuevo conjunto fabril con un diseño innovador y una maquinaria actual y más competitiva. Parece ser que ambos aspectos se conjugan a raíz del viaje que realiza a Inglaterra donde entra en contacto con la empresa Prince Smith & Son en la ciudad de Keighley en el Yorkshire.

La ingeniería estructural de las fábricas textiles en Inglaterra

Las primeras fábricas de pisos se construyen en Inglaterra, por vez primera, en la década de 1730. Hasta los años 1790 las industrias textiles se diseñan utilizando columnas, vigas y suelos de madera con un cerramiento exterior a base de mampostería. El ambiente interior de las fábricas está lleno de partículas de algodón o fibra de lana; la iluminación y la calefacción se proporcionan a partir de elementos que emiten llamas encendidas. Esta combinación es extremadamente peligrosa y, por lo tanto, los incendios y las explosiones se suceden a menudo. El daño causado a los edificios, maquinaria, hilados, tejidos y, sobre todo, a los trabajadores implica en muchos casos la ruina total de la industria.

El hierro colado se utiliza, por primera vez, en la iglesia de St. Anne (1772), Richmond en Liverpool. Unas columnas ligeras de fundición soportan un balcón interior en este edificio religioso. A raíz de este descubrimiento, William Strutt en Derby Mill (1792-1793) –un *mill* es una fábrica con maquinaria accionada por una rueda hidráulica (molino de agua)– propone una nueva alternativa frente al uso de los pilares de madera, de uso común en las estructuras fabriles del momento: las vigas de madera se hacen más resistentes al fuego mediante un recubrimiento de yeso y la adición de una chapa metálica en determinados puntos y los forjados de madera son reemplazados por la sucesión de pequeñas bóvedas, realizadas a base de ladrillo, con una luz estimada alrededor de 2 m. Así, en 1796, las vigas de hierro colado se utilizan, por vez primera, para reemplazar las vigas de madera en la fábrica Ditherington Mill en Shrewsbury en el oeste de Inglaterra. Este edificio se convierte en el prototipo que tiene continuidad en otras diez mil construcciones similares levantadas en Gran Bretaña durante el siglo XIX.

Tan importante como el uso del hierro en estos edificios es el método de refuerzo de las estructuras para soportar las cargas horizontales impuestas por el viento. Las cargas de viento que actúan sobre las paredes externas de cerramiento se distribuyen horizontalmente y en diagonal, a través de los forjados, hacia los extremos del edificio y de allí se transmiten, verticalmente, hacia la cimentación. El forjado, realizado a base de bóvedas de ladrillo dispuestas entre vigas paralelas ejecutadas en hierro colado, distribuye la totalidad de las cargas del edificio, tanto verticales como horizontales (Addis 2007).

El hierro colado es frágil y relativamente débil frente a los esfuerzos de tensión, lo que le convierte en un material un tanto inadecuado para ser usado como una viga que estará sujeta a considerables cargas de flexión. A diferencia de una viga de madera (que puede cortarse según el tamaño requerido) la viga de fundición se ejecuta a la longitud precisa con el fin de utilizar este material, más costoso que la madera, de la forma más eficiente. De este modo, tanto para el diseñador como para el constructor del edificio, la utilización del hierro colado presenta un desafío sin precedentes: cómo utilizar este nuevo material con el máximo rendimiento. Hoy, reconocemos esta premisa como la tarea fundamental del ingeniero estructural. Así, el diseño de la viga de hierro colado más eficiente representa, de manera efectiva, el nacimiento de la ingeniería estructural moderna.

Las primeras vigas de hierro colado tienen la típica sección transversal en forma de T- (o Y-) invertida, donde la colocación de la masa de material se dispone en la parte inferior, precisamente en la zona donde las tensiones de tracción son mayores. Estas primitivas vigas de fundición presentan una mayor sección en la parte central que coincide con el punto donde el momento flector es máximo.

En estas primeras décadas, sin embargo, la calidad de la fundición de hierro es muy variable. Se fabrican vigas para soportar cargas de hasta cuatro veces mayores que las que requiere el edificio para disponer de un margen de seguridad y resistencia frente a la posible baja calidad de la fundición. La parte superior de la sección de la T-invertida, más delgada está sujeta, sin embargo, al efecto del pandeo lateral. Para evitar este problema, el espesor se incrementa, pero sin disponer de ninguna base científica que determine estas dimensiones.

Alrededor del año 1830 la calidad de hierro colado mejora considerablemente. Por este motivo se empieza a definir y precisar la cantidad de hierro necesaria en las vigas de fundición, en función de las luces y las cargas, aspecto que permite ajustar los costes. William Fairbairn (1789-1874), un fabricante importante de componentes de hierro colado y hierro forjado para la fabricación de máquinas y motores de vapor, encarga a Eaton Hodgkinson (1789-1861) un programa de investigación teórica y práctica para determinar la forma más eficiente de una viga de hierro

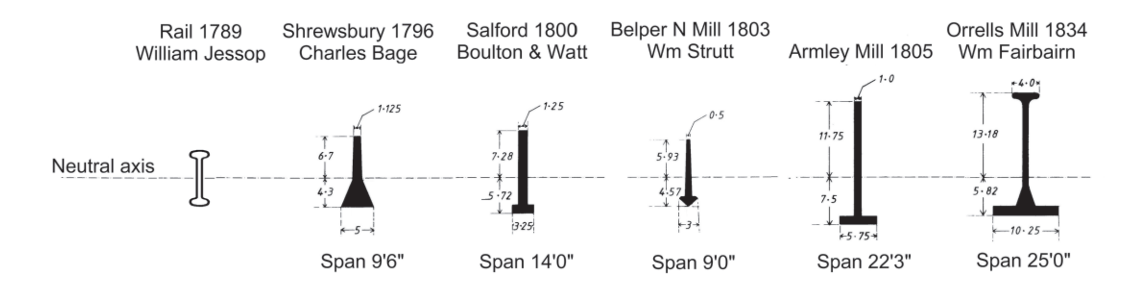


Figura 3
Evolución de las secciones transversales de vigas de hierro colado en Inglaterra, 1793-1834

colado. El resultado del estudio define una viga con una sección en I-asimétrica, con una ala inferior unas seis veces mayor que el área que conforma el ala superior, según la proporción inversa a las solicitaciones del hierro colado en la compresión y la tensión. Se adopta esta forma, por primera vez, en la fábrica Orrell's Mill, construida por Fairbairn en 1834. A partir de este momento se convierte en el modelo tipo para todas las vigas de fundición que se desarrollan en el futuro (figura 3). La misma lógica, aplicada posteriormente a las vigas de hierro forjado y acero laminar, determina la característica I-sección simétrica que, en el presente, nos es familiar.

Aparte de la alta resistencia y la incombustibilidad del hierro colado en comparación con la madera, el proceso de elaboración de una pieza de fundición resulta más versátil, permitiendo crear múltiples componentes idénticos, todos ellos intercambiables, que permiten su utilización en la fabricación tanto de productos de pequeña escala, como como máquinas textiles (telares), o de gran proporción como edificios. El éxito de este descubrimiento hace que las empresas británicas comiencen a exportar, a principios de los años 1840, hacia sus colonias numerosos componentes de hierro colado para la construcción de edificios de tipología diversa, como casas e iglesias. Quizás el mayor ejemplo materializado en la metrópoli sea el Crystal Palace (Londres 1850-51), diseñado por Charles Fox (1810–74) y Joseph Paxton (1803–65) donde se muestra el potencial del hierro colado a todo el mundo (Addis 2009). Fruto de este éxito cabe citar que en 1855, Fairbairn exporta a Turquía todos los componentes de hierro para construir una gran fábrica dedicada a la elaboración del tejido de alfombras.

Prince Smith & Son

Las primeras fábricas textiles en Inglaterra son accionadas por las tradicionales ruedas hidráulicas y, por esta razón se concentran, principalmente, en los condados de Yorkshire y Lancashire, en el norte del país donde fluyen los ríos al este y al oeste de los montes Peninos. Desde la década de 1780 las máquinas de vapor empiezan a tomar el relevo de la energía hidráulica. Las fábricas textiles (*mills*) producen hilados y tejidos de algodón, lana, lana peinada y lino. Más de 2.000 fábricas son construidas en el Yorkshire durante los 200 años de apogeo de la industria textil. La ciudad misma de Keighley dispone de 56 fábricas, más que cualquier otra ciudad en todo el Yorkshire.

Junto a las fábricas de producción textil y de acabados existen dos importantes industrias esenciales para las mismas. Unas se dedican a la fabricación de grandes vigas y columnas de hierro colado para los edificios denominados «incombustibles», y las otras se encargan de la producción de la maquinaria necesaria para hacer girar los hilos y tejer los textiles (telares). Prince Smith & Son, que se encuentra en Keighley representa en su período de máximo esplendor, el mayor productor mundial de maquinaria textil.

La empresa fue fundada por William Smith (1774-1850), en el año 1795, bajo el nombre de William Smith & Sons. Prince Smith (1804-90), uno de los cinco hijos de William, compra un edificio anexo para la firma en 1869, el Burlington Shed, y empieza a operar como Prince Smith & Son. (Prince era su nombre propio; no se trataba de un príncipe). Bajo su ges-

ción la industria tiene un crecimiento destacado, especialmente en la década de 1880, siendo el mayor productor mundial de maquinaria textil, tal y como hemos mencionado anteriormente. En 1889 la empresa pasa a manos de su hijo, Prince Smith (2) (1840-1922) y, posteriormente, a su nieto-hijo respectivamente: Prince Prince-Smith (3) (1869-1940). En 1931 la firma se fusiona dando lugar a Prince Smith & Stella, empresa que se mantiene activa hasta 1986.

Cuando Claudio Arañó, en la década de 1870, empieza a buscar la maquinaria más moderna para su nueva fábrica textil que debe ubicarse en el municipio de Sant Martí de Provençals –actualmente distrito 10 de la ciudad de Barcelona- era absolutamente normal que coincidiera con la firma Prince Smith & Son ya que ésta era la más importante de todas las industrias de telares del momento (figura 4), tal y como se menciona en una publicación contemporánea, quizás con cierta exageración (*over-the-top*), de la industria británica:

> Messrs Prince Smith & Son productores de obras, maquinaria y aserraderos cubren unos ocho acres [4 hectáreas] de terreno y dan empleo a entre 1.200 y 1.500 manos. . . No sólo controlan un extenso comercio interior en Inglaterra, Escocia e Irlanda, sino que también exportan grandes cantidades de sus máquinas hacia todas las partes del mundo exterior, incluyendo los Estados Unidos, Francia, Bélgica, Alemania, España, Italia, Rusia, Suecia, India, China, Japón, Australia y Nueva Zelanda. Los productos y maquinaria de los señores Prince Smith & Son están suficientemente acreditados como para no necesitar ningún anuncio. . . Nunca han exhibido sus productos, ya sea en Inglaterra o en el extranjero, hasta después de haber recogido elogios por los mismos comercios e industrias donde han sido suministrados y no ha habido la necesidad de buscar publicidad adicional mediante la difusión de su trabajo en abierta competencia con la de otros fabricantes. Pedidos y consultas llegan todos los días desde las fuentes más lejanas y ello pone en evidencia que su fama ha penetrado hasta los rincones más remotos del mundo textil.

El genio comercial de Prince Smith & Son, no se concentra, exclusivamente, en proporcionar a su cliente toda la maquinaria textil que precisa sino que también ofrece la estructura metálica para el edificio que debe albergar la maquinaria de producción. En los días previos a la aparición de los motores eléctricos, la fuerza motriz de la máquina de vapor debe transportarse a los telares, ubicados en cada piso y en

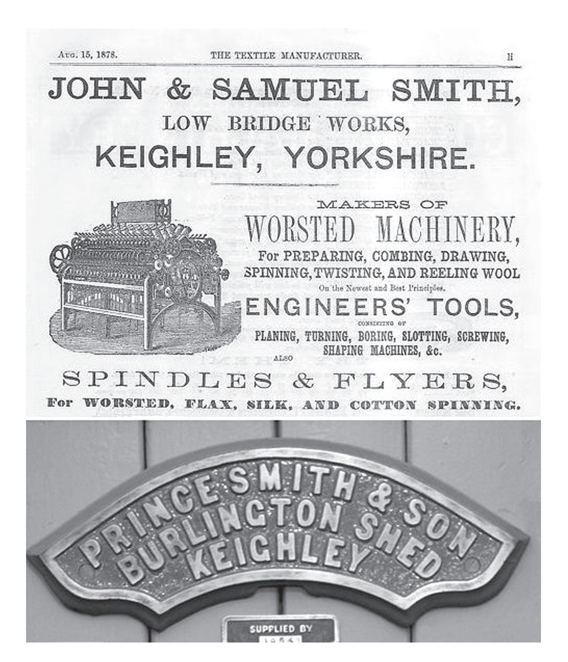


Figura 4
Arriba: anuncio de periódico, en 1878, donde se publicita la maquinaria textil realizada por una empresa propiedad de John y Samuel Smith, primos de Prince Smith. Abajo: La placa de características de un telar realizado por Prince Smith and Son

cada rincón del edificio, por medios mecánicos que utilizan engranajes, ejes de transmisión, poleas y correas de transmisión. Toda esta maquinaria depende, en buena parte, de la correcta distribución establecida entre la máquina de vapor y los telares. En este sentido son estratégicas las columnas de fundición del edificio y por ello es muy natural que las columnas se suministren como parte de la maquinaria, ya que éstas disponen, en su parte superior, de un tramo específico, diseñado a partir de una sección cuadrada. En este sector se fijan, mediante tornillos roscados, la serie de cartelas que soportan los embarrados de transmisión (figura 7 y 8). El resto de materiales de construcción, ladrillos y/o mampostería principalmente, que completan el edificio (fábrica de pisos) no están vinculados a la maquinaria y, de este modo, pueden ser adquiridos localmente según las diversas tradiciones constructivas.

En Cataluña, con una importante tradición textil, este modelo tipológico inglés, caracterizado por la

formación de los forjados a partir de arcos de ladrillo colocados a sardinel entre las vigas de fundición, es sometido a una notable innovación: la utilización de la bóveda tabicada, conocida como *volta catalana*, realizada a partir de dos o tres hiladas de ladrillo cerámico (*rajola*) tomadas con mortero de yeso. De ahí se desprende el interés del caso singular que analizamos, pudiendo afirmar que la fábrica textil de Ca l'Aranyó (1872) es una obra maestra única de la ingeniería de la construcción al adaptar la estructura de vigas y pilares, importada de Inglaterra, con la tradicional técnica constructiva catalana.

Un proyecto innovador situado en una nueva planificación urbana

En la segunda mitad del siglo XIX el barrio del Raval, donde se ubica la primera fábrica Arañó en Barcelona, se encuentra completamente congestionado y la mayor parte de las empresas textiles allí presentes, entre ellas muchas competidoras, apuestan por ubicarse en el municipio colindante de Sant Martí de Provençals aprovechando la presencia abundante de agua y las buenas comunicaciones por carretera y ferrocarril.

En este período cabe mencionar la reciente la aprobación del Plan Cerdà (1859) que, en sus principios trata de conciliar la construcción de un nuevo Ensanche con la salvaguarda de la zona militar correspondiente a las dos fortalezas barcelonesas. Sin embargo, la Real Orden de 25 de marzo de 1861, tiene el efecto contrario: promueve la ocupación de la franja de terreno comprendida entre Barcelona y Sant Martí de Provençals eliminando, de esta manera, la influencia tan negativa de la Ciudadela y su entorno. Así mientras la zona del ensanche central de la ciudad se va materializando progresivamente, en los municipios de la periferia siguen predominando los trazados urbanos históricos, los caminos y viales tradicionales y la estructura parcelaria de los campos de cultivo agrícola.

Claudio Arañó es el primer industrial que apuesta por establecer, de forma decidida, su modelo de fábrica acorde a las alineaciones establecidas en el plan de Ensanche. El 18 de mayo de 1872 presenta el expediente de solicitud de licencia en el Ayuntamiento de Sant Martí de Provençals (Arañó 1872), con el siguiente redactado:

> Que deseando construir las paredes de cerca del terreno que posee en la manzana comprendida por las calles 47, 48, Ausias March, y Ali-Bey de ese término municipal, así como la construcción de un edificio cuadra destinado para hilados y tejidos... Suplica se sirva conceder el correspondiente permiso y designarle las líneas de fachada y de rasante a que deberá sujetarse en la realización de dichas obras.

El emplazamiento viene delimitado por las calles actuales de Tánger (Ali-Bey), La Llacuna (calle 49), Roc Boronat (calle 48) y Bolivia (Ausiàs Marc).

El once de junio del mismo año, se presenta la instancia pidiendo la rectificación en la identificación de las calles 47 y 48, por la denominación correcta: 48 y 49. Detalle simbólico pero que expresa la desorientación existente, en los funcionarios administrativos, ante la reciente planificación aprobada (figuras 5 y 6).

El arquitecto municipal da su visto bueno a la instancia con las siguientes prescripciones:

> ...cumplen lo dispuesto en la legislación vigente...se edificará muchísimo menos que el 70 por 100 de la superficie total de la manzana o solar de la fábrica, y por consiguiente dejará para huerto o jardín muchísimo más de un 30 por 100 de dicha superficie con arreglo a lo prevenido en la real orden de 1º septiembre de 1868.
>
> Considerando que la altura de la fàbrica será de 17 metros por término medio, menor que la que se permite,

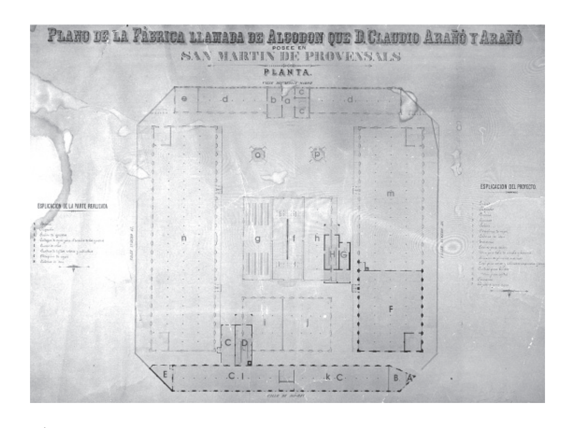


Figura 5
Plano de la fábrica llamada de algodón que D. Claudio Arañó y Arañó posee en San Martín de Provensals. Planta del proyecto general. Escala original 1:100. Josep Marimón, Maestro de Obras, 1872 (Colección particular de Claudi Aranyó, arquitecto)

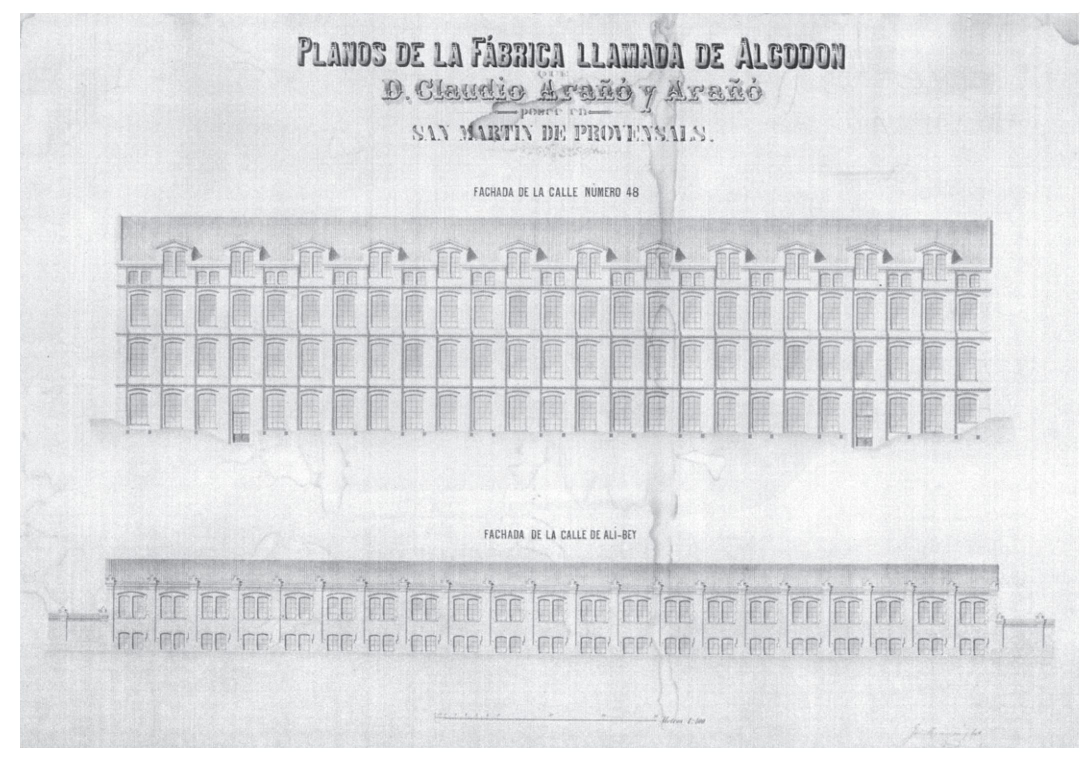


Figura 6
Plano de la fábrica llamada de algodón que D. Claudio Arañó y Arañó posee en San Martín de Provensals. Fachada de la calle número 48. Fachada de la calle de Alí-Bey (Colección particular de Claudi Aranyó, arquitecto)

> y que la altura de los pisos o cuadras está arreglada a lo que previenen las ordenanzas municipales...podría servirse acordar el permiso...en su construcción observe lo prevenido en dichas ordenanzas, que las paredes que cercarán la manzana tengan las dimensiones de grueso y altura de los planos, que construya aceras al derredor de dicha manzana en el tiempo, modo y forma que se le indique, y que dichas paredes que cierran la manzana indicada sigan las líneas y rasantes oficiales.

El nuevo recinto industrial se planifica según un modelo representativo inspirado en los edificios de producción textil modernos, desarrollados en Inglaterra y denominados como *Fábrica de pisos*, siguiendo un esquema confeccionado según dos ejes de simetría para colmatar la totalidad de la manzana industrial Cerdà (110 × 110 m).

Dos grandes edificios de producción situados en posición este y oeste se alternan con dos cuerpos de menor altura, orientados a norte y sur, respectivamente. En el centro se concentran los elementos de producción (la máquina de vapor, las calderas, el depósito de agua y la chimenea).

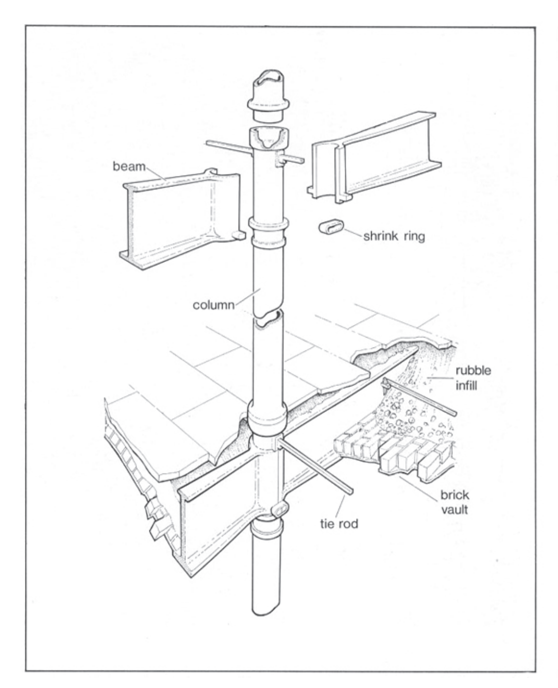
La apuesta de Claudio Arañó para construir su nueva fábrica significa un hito en la historia industrial catalana: un recinto singular inspirado en el modelo inglés, desarrollado según las alineaciones del ingeniero y urbanista Ildefons Cerdà (1815-1875) propuestas en su Plan de Ensanche. El conjunto industrial se modula a partir de la estructura metálica (columnas y vigas de fundición) importadas directamente de Inglaterra y fabricadas por la empresa Prince Smith & Son de Keighley, mientras que la ejecución se lleva a cabo a partir de la técnica tradicional de la construcción catalana–la bóveda tabicada (*volta catalana*)– bajo la dirección del maestro de obras Josep Marimón y Cot.

En Inglaterra suelen ser habituales los incendios en las industrias textiles muchos de ellos provocados por el uso de hogares y calderas utilizadas para calefactor grandes espacios de trabajo, necesarios para conseguir un ambiente interior favorable a la producción. Por este motivo, antes de la llegada del acero, existe una preocupación constante para recubrir las vigas de madera con chapas metálicas o, más adelante para confeccionarlas en fundición. Durante unos años en los edificios de la industria inglesa es frecuente el uso de hierro colado para la fabricación de vigas (figura 7) (Giles 1995). Este procedimiento frente al uso de la madera presenta la ventaja de ser incombustible pero el inconveniente de ser poco resistente a los esfuerzos de tracción.

El uso de la *volta catalana* está presente en la mayoría de los edificios industriales de Cataluña en el siglo XIX pero siempre apoyada, en sus dos extremos, sobre paredes de carga de gran sección que, a partir de su propio peso, equilibran los empujes hacia el exterior. Un primer avance se produce cuando las bóvedas tabicadas se apoyan sobre vigas de madera, de manera que no son necesarias las paredes interiores. Para equilibrar los empujes se arriostran mediante tirantes de hierro que evitan las deformaciones. Así, en los primeros edificios la disposición de estos tirantes se concentra en la línea de pilares (columnas), pero pronto se adopta la costumbre de repartirlos, de forma regular, a lo largo de la longitud de la bóveda (figura 8) (Gumà 2015).

La industria inglesa de principios del siglo XIX ya utiliza las bóvedas cerámicas apoyadas en las vigas y arriostradas a partir de los tirantes metálicos. Las mismas, tal y como se ha citado anteriormente, están ejecutadas a partir de ladrillos macizos colocados a sardinel contrariamente a la tradición constructiva catalana que ofrece la sucesión de piezas cerámicas de menor grosor (2 o 3 hiladas), la *rajola* (1,5 cm) conformando una solución más ligera.

La construcción de los dos edificios fabriles utilizando esta técnica mixta anglo-catalana, el lenguaje tipológico exterior y la voluntad de someterse a las



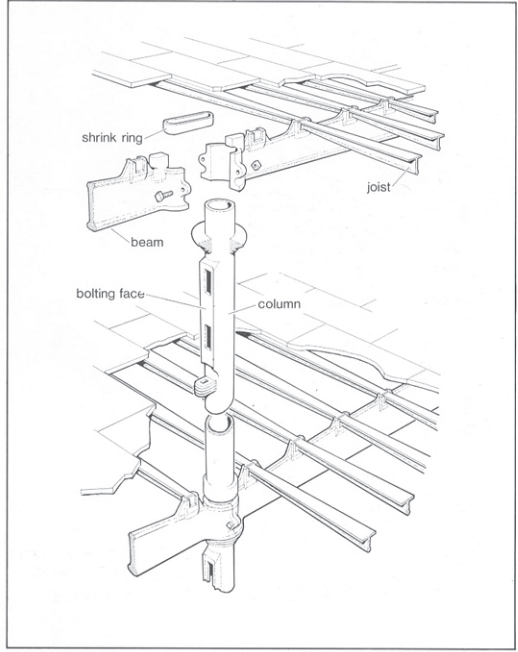


Figura 7
Diagramas que muestran dos tipos típicos de construcción de hierro colado a principios-mediados del siglo XIX. Izquierda: vigas primarias y arcos de ladrillo. Derecha: vigas primarias y secundarias, ortogonales (Giles 1995)

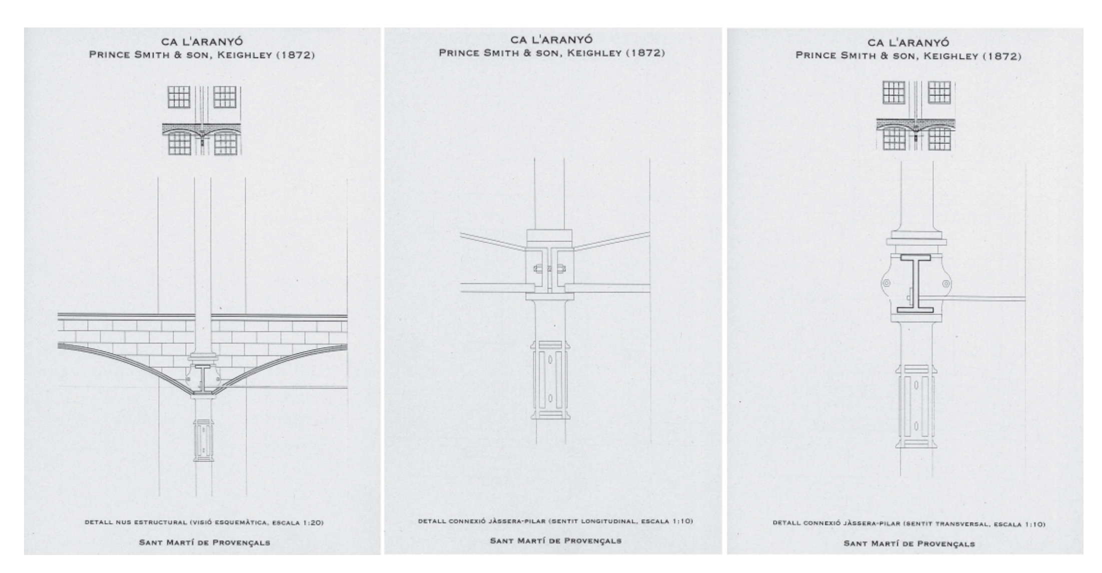


Figura 8
Croquis detalles estructurales Ca l'Aranyó. Izquierda: Sección de nudo estructural y bóvedas catalanas; Centro: Sección conexión / viga-columna longitudinal; Derecha: Sección conexión / viga-columna transversal (Vilanova et al 1997)

alineaciones del nuevo ensanche proyectado por Cerdà causa un gran impacto en la Barcelona industrial de la época. Ello se refleja en la publicación de un grabado en la revista El Martinense en su edición del año 1878 (figura 9).

El modelo adoptado y la calidad de los productos fabricados por la firma Arañó adquiere mayor dimensión en los años previos al gran acontecimiento que representa para la ciudad la celebración de la Exposición Universal de 1888 donde la industria textil adquiere un papel determinante.



Figura 9
Grabado de la fábrica de Claudio Arañó. Revista El Martinense, 1878 (Arxiu Municipal Districte de Sant Martí (AMDSM))

El acceso al recinto industrial se encuentra en el chaflán entre las dos primeras calles citadas, delimitado según la valla de ladrillo macizo y mampostería, delicadamente rematada por un coronamiento de ladrillo en las pilastras para configurar el ritmo lineal. La doble puerta metálica, sobria y con elementos ornamentales de forja, da paso a todo el conjunto fabril inacabado; puesto que únicamente se construye, bajo el diseño tipológico original, un tercio aproximado de uno de los dos edificios de telares y la totalidad de la nave lateral sur.

A modo de descripción tipológica, la parte ejecutada del edificio principal está formada por un cuerpo fabril de planta baja más tres plantas (Fábrica de pisos), según un rectángulo aproximado de 30×24 m, aproximadamente una cuarta parte de los 30×84 m previstos en el proyecto original. Es remarcable la disposición de la fábrica de ladrillo con sus ejes de referencia, centrados en sus respectivas buhardillas que enfatizan los ejes verticales de las dos fachadas principales (patio interior y calle exterior); las cabezas de los tirantes que aparecen centradas

en los ejes de referencia y arriostran los pórticos estructurales metálicos; la sucesión rítmica de las cornisas, sobrias y elegantes; la repetición homogénea de todos los elementos determinando una modulación vertical compensada con una linealidad perfectamente armónica, etc..., ofreciendo una belleza compositiva que, desgraciadamente, no se verá completada en su totalidad.

La proporción de los amplios ventanales a partir de cuarterones, ejecutados en madera de pino melis, con abertura tipo guillotina, ofrece una gran luminosidad interior al tiempo que revaloriza el diseño y la disposición del ladrillo visto, imprimiendo un carácter monumental en la totalidad de las fachadas. Los muros perimetrales de cerramiento tienen función estructural y están materializados a partir de ladrillo macizo, de fabricación manual y dimensiones 29×14×5,5 cm procedente de la cercana factoría de Fomento de Construcciones ubicada en Sant Martí de Provençals, siguiendo el aparejo inglés.

El espacio interior del edificio se establece según una superposición de plantas libres, con pórticos formados a partir de columnas y vigas de fundición donde se apoyan las bóvedas de ladrillo cerámico (*volta catalana*) de 3,30 m de luz. Bajo las mismas se ubican los telares. Las crujías están moduladas en función del diseño estructural importado de Inglaterra y están formadas por pilares cilíndricos (columnas) de fundición, con una parte superior donde se acoplan unos elementos de sección cuadrada donde se apoyan las cartelas que soportan los embarrados para la transmisión de fuerza motriz a los telares. Sobre cada uno de los capiteles se ensamblan, a lado y lado, las vigas metálicas –de sección variable- realizadas también en fundición. El forjado se conforma, tal y como se ha citado anteriormente, siguiendo el modelo tradicional de la bóveda tabicada (*volta catalana*) mediante la disposición de 2 hiladas de rasilla (*rajola*) tomadas con mortero de yeso y apoyadas en sus extremos a las vigas de fundición. Estas vigas, de fabricación inglesa, son en forma de doble T y de sección variable; siendo el ala superior más pequeña que la inferior, según una campana de Gauss con mayor amplitud en el centro coincidiendo con la zona de momento máximo, y que marca el eje de simetría de la pieza. En sus dos extremos se disponen dos semicilindros que determinan unas orejeras para permitir abrazar las columnas y unirse entre ellas mediante tornillos con rosca.

La cimentación de los muros de cerramiento se desarrolla a partir de zapatas longitudinales ejecutadas con ladrillo macizo y mampostería. Las columnas de fundición apoyan directamente, a través de la placa inferior de 35×35 cm, sobre sendas zapatas aisladas constituidas por sillares de piedra de dimensiones 60×60×60 cm.

Los muros de ladrillo macizo que conforman el cerramiento estructural visto tienen una sección mínima básica 30 cm, mientras que las pilastras de fachada van variando su sección: 70 cm en los encuentros con la cimentación; 65 cm a nivel del primer piso; 55 cm a nivel del segundo piso; 55 cm a nivel del tercer piso y 30 cm en las buhardillas.

Las columnas de fundición presentan una sección variable según las respectivas plantas: 19 cm de diámetro en la baja, primera y segunda y 15 cm en la tercera. Los pórticos se conforman con las vigas metálicas, también de fundición y de sección variable, tipo I (alma 500 mm y alas de 185 mm), que van conformando las clásicas bóvedas catalanas a base de dos hiladas de rasilla. En el último nivel, sirven de apoyo de las cerchas metálicas de la cubierta a dos aguas. La misma está formada por cerchas metálicas (8 exentas y una empotrada en el hastial norte), que descansan sobre cada uno de los pórticos. Están diseñadas conceptualmente bajo la influencia inglesa en la solución de las cubiertas en las fábricas de pisos (Giles 1995). Son constituidas por dobles II, de 20 cm de alma por 6cm de ala, cada una, soportadas por columnas de fundición, determinando la inclinación de los dos faldones. Todas las uniones son roscadas con tornillos. Las correas son perfiles de acero laminado, en forma de I, de 10 cm de alma por 4 cm de ala, separadas 83 cm con uniones roscadas a las cerchas. Finalmente, en sentido transversal aparecen los cabrios de madera de 7×7,5 cm de sección, con una separación aproximada entre ellos de 24 cm y se encuentran apoyados directamente sobre las correas. El diseño estructural de la cubierta se completa con la formación de 4+4 buhardillas, alternadas entre ellas, abiertas sobre la fachada principal (calle) y fachada interior (patio), rematando el módulo compositivo que se genera aprovechando el interespacio entre dos cerchas de cubierta. Los faldones de las cubiertas son ejecutados según las inclinaciones determinadas por la estructura, con sucesivas hileras de ladrillo de plano rematado, externamente por la teja árabe. A destacar las piezas cerámicas especiales de remate de la

cumbrera, con una brillante solución para resolver la doble entrega: entre ellas mismas y con las tejas árabes de los dos faldones.

La segunda construcción original es una nave lineal de planta baja y piso, de dimensiones 80×9 m y se conforma siguiendo el mismo modelo estructural y constructivo: columnas y vigas de fundición con la formación de las bóvedas tabicadas (*volta catalana*) para constituir el forjado, pero con algunas diferencias en algunos aspectos formales.

El cerramiento está realizado a base de ladrillo macizo, fundamentalmente, añadiendo en el espacio entre pilastras, la mampostería vista. La cubierta, a dos aguas, se materializa mediante cerchas formadas por pares de madera de pino ensambladas en piezas de fundición que también incorporan los tirantes metálicos.

No será hasta el año 1952, cuando Javier Arañó, en nombre de la sociedad Arañó y Compañía, encarga al arquitecto Joaquim Vilaseca, la reforma del cuerpo de esquina, donde se ubicaba la portería, ejecutando la adición de una planta de superficie 55m^2. Esta actuación refuerza el acceso según la imagen del característico chaflán del ensanche Cerdà. El elevado conocimiento en el tratamiento de la fábrica de ladrillo que dispone Vilaseca, heredado de su padre Josep–autor del Arco del Triunfo (1887) que abría la exposición Universal de Barcelona de 1888- permite que esta ampliación quede perfectamente integrada, siendo difícil su apreciación a primera vista.

En años posteriores se producen diferentes adiciones aunque ninguna de ellas sigue el modelo original diseñado por el tándem Prince Smith & Son y Josep Marimón. Curiosamente esta colaboración anglo-catalana se produce también en el momento que se introduce la primitiva electrificación de la fábrica para procesos auxiliares. Entre 1895 y 1901 se instalan progresivamente electro-generadores, solicitados por Carolina Arañó y realizados por Fred Bastowl (The Catalan Worsted Spinning Co. Limited).

Un conjunto industrial abandonado renace como centro universitario

En el año 1986 la industria se traslada a una nueva planta de fabricación situada en la segunda corona metropolitana. A partir de este momento, fruto del abandono, todas las construcciones industriales del conjunto se van deteriorando paulatinamente (figura 10).

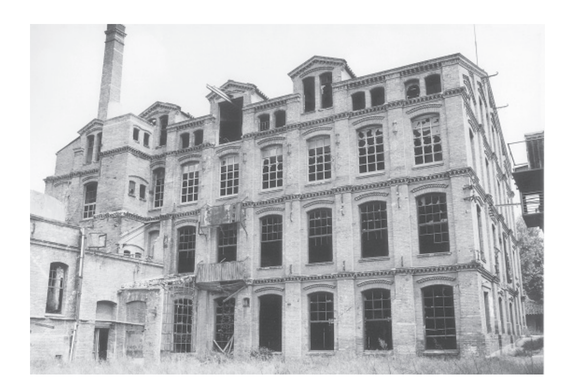


Figura 10
Estado de la fachada interior (patio) del edificio principal de Ca l'Aranyó, 1996. (Fotografía: Antoni Vilanova)

No existiendo todavía ningún tipo de protección sobre los elementos característicos se produce la adquisición inicial de la finca por parte de una empresa inmobiliaria con el afán de derribar la totalidad de la fábrica y construir una futura promoción de viviendas. La movilización de la sociedad civil del barrio del Poblenou, a través de la campaña *Salvem Ca l'Aranyó* (Salvemos Ca l'Aranyó) consigue que el Ayuntamiento de Barcelona adquiera definitivamente el conjunto industrial. Ello no impide que el proceso de degradación por efecto de las sucesivas ocupaciones ilegales y acciones vandálicas siga avanzando.

Frente a la situación de abandono que presenta el conjunto industrial de Ca l'Aranyó, afortunadamente se ha conseguido preservar ambos edificios, con sus peculiares características urbanísticas, tipológicas y constructivas, gracias a un convenio firmado entre el Ayuntamiento de Barcelona y la Universitat Pompeu Fabra (UPF) con la finalidad de acometer un proyecto general de intervención para materializar el nuevo Campus de la Comunicación, rehabilitando los edificios patrimoniales.

Al iniciarse el proyecto de saneamiento, consolidación, restauración y rehabilitación, redactado en los años 2003-04, por los arquitectos Antoni Vilanova y Eduard Simó, con la colaboración del arquitecto técnico Joan Olona se define el objetivo principal a abordar: hacer que los edificios históricos, una vez recuperados, expliquen todos los detalles singulares que presentan. Para ello se han cuidado todos los detalles, valorando la especificidad de este modelo sin-

gular. Se ha planteado, en todo momento, la transparencia de la estructura, es decir, la intención de dejar vistos los elementos característicos: pilares, bóvedas y cerchas ofreciendo plantas libres que serán objeto de su equipamiento preciso, manteniendo siempre la característica de reversibilidad; es decir, sin afectar los valores originales de las construcciones.

Lo que empezó siendo una fábrica innovadora en diversos aspectos ha finalizado con la reutilización de los edificios históricos como sede universitaria. Este hecho permite divulgar el conocimiento excepcional que nos ofrece este conjunto a través de la unión de dos lenguajes constructivos que se han demostrado perfectamente compatibles.

Lista de referencias

Addis, Bill. 2007. *Building: Design engineering and construction*. New York and London: Phaidon.

Addis, Bill. 2009. «The Crystal Palace and its place in Structural History». *Structural Morphology and Configuration Processing of Space Structures*, editado por Motro, René,11-36. Brentwood, Essex: Multi-Science Publishing.

Arañó, Claudio. 1872. *Solicitud de licencia*. Ayuntamiento de Sant Martí de Provençals. Arxiu Municipal del Districte de Sant Martí. Barcelona.

Cabana, Francesc. 1993. *Fàbriques i Empresaris. Els protagonistes de la revolució industrial a Catalunya*. Volumen II Cotoners. Barcelona: Enciclopedia Catalana.

Cunillera, Marc y Ferran Centelles, Ramon Cunillera, Miquel Vallribera, y Jaume Terzán. 2004 *Informe sobre la prueba de carga de un tramo de forjado (bóveda cerámica) del edificio de Ca l'Aranyó en Barcelona.* Barcelona: Control Técnico Catalán, S.A. (COTCA).

Giles, Colum y Ian H. Goodall. 1995. *Yorkshire Textile Mills, 1770-1930*. Royal Commision on the Historical Monuments of England. West Yorkshire Archaeology Service. London: HMSO.

Gumà, Ramon. 2015. *Del petit taller a la gran fábrica. Patrimoni Industrial. Temes, 4*. Barcelona: Museu Nacional de la Ciència i de la Tècnica de Catalunya (mNACTEC).

Vilanova, Antoni, Eduard Simó y Joan Olona. 1997. *La indústria tèxtil de Ca l'Aranyó. Panorama d'una realitat, 125 anys després. Un conjunt emblemàtic en el desenvolupament i progrés de Sant Martí de Provençals*. Barcelona.

El «normal entretenimiento» de la catedral de Segovia entre 1491 y 1509

Begoña Alonso Ruiz

Con la elocuente expresión «el normal entretenimiento del edificio», el profesor Waldo Merino describía los períodos de baja actividad constructiva de la catedral de León (Merino 1974, 35). Hacía referencia a aquellos momentos en que las fábricas sobreviven ya levantadas en lo esencial, sin la intensidad constructiva que supone la existencia de una gran obra. Los investigadores generalmente hemos centrado nuestro objetivo en explicar estas grandes obras en sus aspectos arquitectónicos o meramente organizativos, convirtiendo sus historias constructivas en una sucesión de grandes hitos arquitectónicos (ej. el cierre de las naves, la construcción del claustro, etc.), pasando de puntillas sobre los espacios temporales en que estas grandes fábricas sobreviven y se «entretienen» sin que «nada» –aparentemente- ocurra en ellas. En este trabajo me detengo en el período que podríamos denominar de «sede vacante» de la catedral de Segovia: esto es, entre el final del claustro tardogótico a cargo del maestro bretón Juan Guas en 1491, y el comienzo de la obra de la librería catedralicia a cargo del arquitecto Juan Gil de Hontañón en 1509, con el objetivo de analizar el funcionamiento del cabildo catedralicio y los responsables de las labores arquitectónicas en un momento de inexistencia de una gran obra a cargo del mismo y sin maestro mayor.

La catedral y Juan Guas

La actual catedral de Segovia es el último gran templo gótico construido en los territorios peninsulares de la Corona de Castilla. Su construcción se iniciaba en 1525, después de que los turbulentos sucesos de la Guerra de las Comunidades destruyeran buena parte del antiguo edificio del siglo XII. Esta vieja fábrica fue finalmente derruida en 1570, una vez construida la nueva catedral diseñada por Juan Gil de Hontañón y concluida por su hijo Rodrigo bajo los preceptos estéticos del tardogótico, los mismos que habían guiado las obras catedralicias a finales del siglo XV.

El templo románico era descrito en las crónicas (especialmente las de los canónigos don Juan Rodríguez y don Juan de Pantigoso) como «no muy grande» pero «harto copiosa en las cosas necesarias», destacando sobre todo su claustra «de las buenas destos reinos» y la «Sala y Capítulo mayor muy rico y suntuoso» (Díaz-Miguel 1968, 215-229; Lecea 1889). La fábrica era de tres naves rematadas en tres ábsides, en general de escasas dimensiones, pero abovedado y con una fuerte torre a los pies del templo –rematada con campanas y chapitel- que competía con la del cercano alcázar, como aún fue reproducido en la *Vista de Segovia* dibujada por Antón van den Wingaerde en la década de los sesenta del siglo XVI, poco antes de su definitivo desmonte (López Díez 2001). Le abrigaba un nutrido conjunto de edificios catedralicios como el palacio episcopal, el hospital o la librería vieja. De la documentación catedralicia se desprende además que este templo tenía crucero –cubierto con tejado-, numerosas capillas en su interior, una portada principal con la imagen de Nuestra Señora, un corredor («del cabildo») hacia la plaza con ventanas decoradas con antepechos, y los

cabildos viejo y nuevo. En 1436 se reconstruyó la capilla mayor bajo el episcopado de don Juan de Tordesillas, derribando el antiguo crucero «de ladrillo e bajo» y volviendo a levantarle. Entonces se hablaba de la necesidad de intervenir también en el claustro que «era de gran antigüedad» y estaba sin cubrir de teja (Hernández 1946-47, 59). Los siguientes años estarán ocupados en la nueva sillería del coro (iniciada en 1458) y en su adecuación al coro, la tribuna de los órganos, y en tareas de mantenimiento del viejo templo a cargo de alarifes y carpinteros de la aljama segoviana, siendo el maestro de la obra el mudéjar Roxo (López Díez 2006a, 41). Se documentan también pequeñas obras de cantería, como la apertura de muros y de ventanas para dotar de mayor claridad al templo.

El siguiente hito arquitectónico fue la construcción de un nuevo claustro catedralicio por Juan Guas a partir de 1471. Hasta su marcha veinte años después, el paso de Guas por Segovia determinó la «nueva vestimenta» del viejo templo y de la nueva ciudad: a su diseño corresponde la claustra (trasladada a su ubicación actual por Juan Campero en 1524), la portada de la Capilla de San Agustín de 1473, la Capilla de San Miguel en 1483, la traza de la portada de la claustra, realizada en septiembre de 1483 y otras muchas obras en la catedral y en la ciudad y su entorno como el nuevo palacio episcopal, los conventos de Santa Cruz y San Antonio el Real, la cabecera del monasterio del Parral, la cartuja del Paular y otras pequeñas intervenciones para el concejo municipal y para iglesias parroquiales. En abril de 1471 se anota el comienzo de las obras del claustro pues se recoge la preparación de la habitación de las trazas; en mayo ya constan obras (López Díez 2006b, 301). Comienza entonces su larga vinculación con el templo segoviano, tiempo suficiente para consolidar un amplio y efectivo taller de cantería. Su intervención en la catedral, unida al amplio conjunto de las otras obras sólo puede entenderse desde la creación de este amplísimo taller de cantería que bajo su dirección mantuvo muchos vasos comunicantes con las otras obras, de tal manera que todas acabaron compartiendo maestría y mano de obra y asegurando su continuidad durante esas dos décadas a través de la constante formación de aprendices. En torno a estas obras se formaron maestros como Juan de Ruesga, Juan Gil de Hontañón o Martín Ruiz de Solórzano (Alonso Ruiz 2009).





Figuras 1 y 2
Detalles del claustro de la catedral de Segovia, diseñado por Juan Guas: portada interior del claustro hacia las naves del templo y detalle del diseño de un tramo de bóveda.

La documentación catedralicia permite reconstruir la composición de este taller durante esos años y demuestra la contratación de mano de obra especializada en el trabajo de cantería procedente de otros luga-

res donde el maestro Guas tenía otros importantes encargos, como Toledo de donde era maestro mayor catedralicio. Los cuatro diferentes contratos firmados entre el arquitecto y la catedral, prácticamente cada cinco años durante esas dos décadas (López Díez 2006b, 302 y López Díez 2006a, doc.1), reflejan el refrendo económico que tenía una fábrica en plena actividad edilicia; el cabildo pone a disposición de la fábrica sus esfuerzos financieros.

El taller de cantería encargado de concluir el templo románico con el nuevo claustro, sufre importantes variaciones a lo largo de los veinte años en que es dirigido por Guas: en las primeras campañas predominan las referencias a pedreros y asentadores, no consta el cargo de aparejador y sí de varios mozos y criados que acompañan al maestro «de la claustra». Él es el que traza, incluso los moldes para los cortes de los canteros. A medida que avanzan los muros y se eleva el claustro comienzan a ser más frecuentes las referencias a entalladores y mano de obra muy especializada (imagineros), que procede de otras obras dirigidas por Guas. A partir del tercer contrato por el que no se hace necesaria la presencia continuada del maestro, figura ya un aparejador al que había formado el propio Guas que recibe el mismo jornal y realiza las mismas tareas que el propio Guas. Tras el final de la obra del claustro en 1491, el mantenimiento del templo obliga al trabajo eventual de cuadrillas dirigidas por maestros formados en el taller, pero ya no existe el cargo de maestro de la obra, que no vuelve a aparecer en la documentación catedralicia hasta el contrato de Juan Gil para la nueva librería ya en 1509.

Guas comienza cobrando 50 maravedíes y su sueldo anual lo recibe a tercias; los oficiales cobrarán asentadores entre 35 y 40 maravedíes; a partir de 1476 aparecen los entalladores ya con salario de 45 maravedíes. El tercer contrato, firmado el 7 de julio de 1480, antes de la finalización del acuerdo anterior, supone la confirmación de su autoridad en la obra: Guas mejorará su situación cambiando su condición de «maestro de la claustra» por la de «maestro de la obra» (López Díez 2006b, 303). Como consta en el documento, es ahora el «maestro mayor de las obras del Rey e la Reyna» y estas nuevas circunstancias obligan al cabildo segoviano a ajustar los términos del acuerdo con el arquitecto. Resulta significativo el que se constate que realmente no se hacen necesarios sus servicios ya que «al presente la dicha iglesia no tiene derecho ny facultad para que pueda labrar», pero «por el afeçion que tiene (Guas) a esta iglesia e grandes servyçios que ha fecho et porque en los tienpos venyderos le abra menester», acuerdan pagarle un sueldo anual de 2.000 maravedíes y 15 fanegas de trigo, con la única condición de estar disponible para labrar y dar consejo cuando así le sea requerido. Es realmente, un documento inusual, por el que la catedral «compromete» al arquitecto para el futuro.

Al amparo del maestro, artífices como Juan de Ruesga también mejorarán su situación; las siguientes referencias documentales conservadas lo colocan ya al lado del bretón como su hombre de confianza, con el que viaja o al que pide informes y con el que traza. Sólo así puede interpretarse la referencia del libro de fábrica catedralicio del año 1483 cuando a Ruesga se le paga por labrar pero también por su trabajo al ir a informar a Guas que se encontraba en Ávila o la noticia del pago al año siguiente de 258 maravedíes por «labrar piedras y sacar la traça de la portada con Juan guas...» (Hernández 1946-47, 91-93). De la lectura de estos libros de fábrica se deduce que se aceleran las labores de talla a partir de ese año de 1483; Guas visitará la obra al menos en dos ocasiones al año y ocupará estas estancias en tareas propias del arquitecto, como trazar. Así, por ejemplo, en septiembre de 1483 consta que «estuuo en traçar çiertos moldes para el arco de la capilla de san miguel que derrocó el rrayo y ansimismo en dar la forma que se avia de tener para que se fisiese en el dicho arco y un sobrearco, labro en esto y en dar moldes para la portada quatro días». En 1484 el maestro visita la obra en marzo y agosto, en 1485 en junio y diciembre, en 1486 en abril y junio en que «estuuo aqui en dar fin a la obra». Tras su marcha comienzan las referencias a Ruesga ya como aparejador, viajando a otras obras en la localidad de Rascafría (cartuja de El Paular), el puente de «Oñes», El Espinar o Ávila, acompañado ahora por su hijo Juan de Ruesga «el menor», también formado en el taller segoviano (Alonso Ruiz 2010).

Este fin de obra parece coincidir con la firma de un nuevo contrato por parte del maestro. Este cuarto contrato abarcará desde febrero de 1486 al mismo mes de 1491 en que es despedido de la obra por no ser necesarios sus servicios (López Díez 2006a, 53). Ahora se vuelve a hacer necesaria la presencia del maestro en la obra, por lo que se le aumenta la quitación anual a 4.000 maravedíes, 20 fanegas de trigo y el derecho a una casa, así como los 50 maravedíes de jornal cada

vez que laborase en la obra, incluyendo sus viajes desde otras localidades, recuperando así las condiciones del segundo contrato. A partir de este momento Ruesga acompañará al maestro siempre que visite la catedral (como ocurre en abril de 1487) y su principal tarea será la de realizar moldes y plantillas para el trabajo de los canteros y «dar forma como se fisieren» las labores de talla, tarea que hemos visto que antes realizaba el propio Guas. Por ello Ruesga recibe ahora el mismo jornal que el maestro, 50 maravedíes, y se le premia la talla de la portada de «la sala grande» con una ayuda de 1.000 maravedíes para comprar una capa. Se trabaja entonces en los sepulcros del mercader Juan Sánchez de Madrigal y de Ruy López de Mesa (Hernández, 1946-7, 94), en la portada nueva que daba al alcázar, en la ya mencionada «sala grande e en el corredor» y se concluye la portada que comunica el claustro con las naves catedralicias, asentada por Ruesga y el entallador Domingo (Fig.1). Son labores muy especializadas que requieren la más alta cualificación profesional por lo que, de nuevo, el taller de la catedral verá la marcha de canteros y la incorporación de otros nombres nuevos, como el imaginero Sebastián de Almonacid a quien se le paga el apostolado de la portada a 4 reales el palmo. Hace falta piedra para esta tarea por lo que en enero de 1487 se llega a pagar al cantero Lusia 50 maravedíes por ir a la cantera de Casla «que non se fallo quien quisiere yr alla»; Juanchón de Lusia estuvo trece días en la cantera y el mayordomo incluye a continuación del nombre la significativa anotación «que dios aya», en referencia quizá a la dureza de las condiciones de trabajo en la cantera. Destaca la falta de este personal cualificado en el taller segoviano, ya que incluso llega un hijo de Antón Egas procedente de la catedral de Toledo a esculpir las armas del obispo porque «no avia quien las fisiese» (era agosto de 1487) (Hernández 1946-47, 97).

Finalmente, el ritmo de las obras de cantería disminuye; están llegando a su fin. De la documentación desaparece el nombre del aparejador Ruesga, aparecen los de pintores como Rodrigo de Toledo o el maestro carpintero Juan de Blasco; finalmente, en febrero de 1491 se despide al maestro Guas: «mas di a fray gil del parral de segovia por juan guas quatro mill maravedies que la fabrica de la yglesia de segovia le estaba de dar de su salario fasta el año de xci y lo mandaron despedir los señores de la de la -sic- dicha yglesia porque no lo avian menester porque no se labrava en la dicha yglesia degelo en fin de diçienbre de XCI» (Archivo Catedral de Segovia, C.208, fábrica 1491-1495). Así, es evidente que el pago al maestro mayor está asociado con la existencia de trabajo, al contrario de lo que hicieron los mismos canónigos once años atrás, en julio de 1480. Recordemos que entonces el contrato recogía el pago al maestro pese a que no se labraba y «por el afeçion que tiene (Guas) a esta iglesia e grandes servyçios que ha fecho et porque en los tienpos venyderos le abra menester». Es decir, se reservaba a Guas para el futuro; existían unas previsiones de obra que harían necesaria la dirección del maestro tarde o temprano. Ahora, en febrero de 1491 ya no se necesita, ni se necesitará a Guas. La obra está concluida; con el claustro nuevo se había concluido la catedral.

El «normal entretenimiento del edificio»

Desde ese mes de febrero de 1491 hasta el contrato con Juan Gil de Hontañón para realizar la obra de la nueva librería catedralicia en 1509 asistimos a ese «normal entretenimiento» que citábamos al comienzo de este trabajo. Se trata de un período que podríamos denominar de «sede vacante»: la catedral no se encuentra inmersa en una gran obra, no se «labra» en ella, circunstancia que no hace necesaria la presencia de un maestro mayor a sueldo del cabildo. Esta circunstancia ratifica la idea de que el maestro mayor sólo es imprescindible si existe una gran construcción en marcha, y ello sin duda está relacionado con un aspecto técnico que en este período sólo puede ser asumido con garantías por un profesional de alta cualificación: el dibujo arquitectónico, la realización de trazas dibujadas y moldes a escala que sirvan para guiar las labores de los canteros (Alonso Ruiz y Jiménez Martín 2009, 95 y ss.).

El empeño en construir una nueva librería y una capilla dedicada a San Frutos parece que surge a partir de la llegada a la mitra segoviana de don Juan Ruiz de Medina (1501-1507), llamando a Juan Gil a quien fueron a buscar a Madrid en febrero de 1504 (López Díez 2002, 81). Guas había muerto en 1496 y se inclinaron por llamar a Juan Gil quien había trabajado en el entorno segoviano (Alonso Ruiz 2000) y para el nuevo obispo en la Colegiata de Medina del Campo en Valladolid (García Chico 1957, 5-18). Era quizá una opción arriesgada pues pese a que Gil de Hontañón había trabajado en Segovia y no cabe duda

de su vinculación a Guas esta relación no se ha documentado; sin embargo, si estaba activo el propio Juan de Ruesga, antes aparejador del templo segoviano y que en esas fechas trabajaba en compañía de Solórzano en la catedral de Palencia y como maestro de la obra desde 1506; quizá este contrato con Palencia impidiera la llegada de Ruesga o el obispo presionara a favor del Hontañón, en ese momento sin grandes obligaciones lejos de Segovia que le impidieran llevar a cabo su cometido adecuadamente.

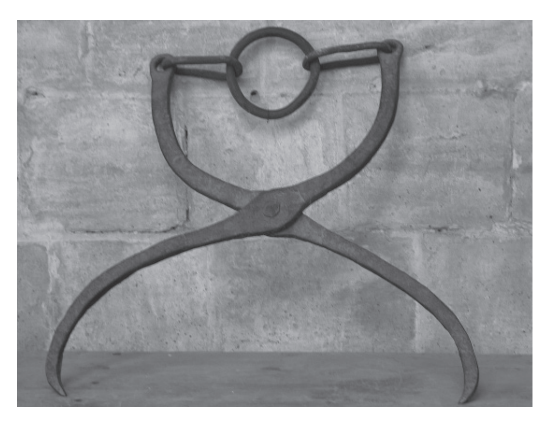
El primer contacto entre el maestro cántabro y el cabildo no debió de dar los frutos deseados pues Juan Gil no consta de nuevo en Segovia hasta julio de 1509, ya bajo la prelatura de don Fadrique de Portugal (1507-1512). Mientras, se encarga a una comisión de canónigos que comiencen a trabajar «la forma que se ha de tener en hazer la obra de la librería» (Archivo Catedral de Segovia, libro de Acuerdos Capitulares, 1509. 12-01-1509, fol.3 vto). Finalmente, el 13 de julio de 1509 Juan Gil ya estaba en la ciudad a cargo de la obra. Firmaba entonces una carta de pago por la primera entrega del dinero para hacer la obra de la librería y la capilla de San Frutos: eran 110.000 maravedíes de los 1.000 ducados prometidos (Archivo Catedral de Segovia, C- 214, Fol. Cliii). Entendemos que fue entonces cuando dio comienzo la obra de la nueva Capilla de San Frutos, en el lado del Evangelio de la cabecera del templo románico. Este primer acuerdo fijaba el precio de la obra en esos 1.000 ducados (o 750.000 maravedíes), pero un segundo acuerdo aumentó el precio de la obra a 950.000 maravedíes por lo que fue necesario renovar el contrato el 31 de octubre de 1509 (Ruiz Hernando 1982, I:143. Original en Archivo Catedral de Segovia, G-63). La obra se concluía en febrero de 1511.

¿Qué pasa entre 1491 y 1509 en que efectivamente existe un maestro de obra trabajando en la catedral? Las cuentas ya recogen la venta de sepulturas en la nueva claustra en mayo de 1491, indicando que la obra estaba concluida. Se realizan tareas de mantenimiento como adobar (arreglar, aderezar) con yeso los pilares de la iglesia y retejar. Conocemos también por estas mismas cuentas algunas estructuras de la catedral como los corredores que se abrían hacia la plaza mayor, que se limpiaron en agosto de 1491 para subir a ellos la cal que había quedado en el claustro. Pero sobre todo se habla de la «sala», que no debe ser otra que la sala del cabildo: ahora en 1491 se trabaja labrando en la portada del cabildo nuevo, se enyesa su interior, y se traen cinco carretadas de piedra de las canteras del Parral «que son para las ventanas de la sala e pa[ra] la portada de en medio de la sala mayor» que se asentarán en 1492. De la claustra se alude en 1491 para hablar de las seis piedras que se gastaron en la portada «de en medio», en 1492 cuando se paga a Francisco de Toledo por cerrar «las ylinduras de las bovedas al claustro», en 1493 se hacía un arco, se acaban las claraboyas, se aderezan las juntas de la sala grande… Existen referencias a canteros como Pedro de Toledo que se encargan de adobar las «narices de los bultos que estan en la capilla de todos los santtos», etc. En estos momentos la cuadrilla que trabaja en estas tareas se compone de escasos nombres bajo la dirección de un hombre del taller, Francisco de Toledo, cuyo toponímico indica que procedería de dicha ciudad, llegando a Segovia con Guas. (Archivo Catedral de Segovia. C-208, Libro de fábrica 1491-1495)

Continúan labores de enyesado y enlucido de muros, arreglo de tejados y otras tareas como echar cal a los «suelos que se hecharon a las bovedas de la iglesia» (en 1497 a dos peones con un jornal de 27 maravedíes), propios de trabajos de mantenimiento del templo. En abril de 1497 se hace una pared «en la plaça de la yglesia delante la puerta de la yglesia con las gradas», obra que realizan 33 oficiales, cada peón con un jornal de 25 maravedíes. Es quizá el momento con más oficiales trabajando durante este período. Las escasas obras de cantería (gradas del altar mayor, pasamanos, antepecho de ventanas, etc.) están a cargo de Francisco de Toledo, ya con categoría de maestro en 1498, que llega a dirigir una cuadrilla de diecisiete oficiales cuando trabaja en el corredor nuevo y en las gradas de la portada hacia la plaza. Se especifica entonces que el salario de estos oficiales es de 46,5 maravedíes, idéntico jornal que el recibido por los oficiales de carpintería. Sigue sin constar la existencia de un maestro de la obra, pero todo parece indicar que Francisco de Toledo es el que dirige esos trabajos: a su dirección se añade además su jornal de 50 maravedíes (el mismo que cobraba Guas tiempo atrás) y el hecho de que tenga dos oficiales canteros criados a su servicio llamados Juan Martínez y «Juan montañés» con un jornal de 45 maravedíes. Los peones entonces cobran 25 maravedíes de jornal (Archivo Catedral de Segovia, C-210. Fábrica, 1495-1500).

A partir de este punto, los libros de fábrica registran escasa actividad; Francisco de Toledo sigue do-





Figuras 3 y 4
Polea y pinza de sillares. Obra de la catedral de Segovia

cumentado en la obra y se le llega a gratificar el 20 de mayo de 1501 por mandado del obispo con 1.500 maravedíes. En 1502 se pagan los remates de la obra del claustro que realiza Diego Polido –pedrero- y por lo que recibe 2 castellanos y 1 ducado a cuenta de la obra. Las tareas arquitectónicas siguen siendo realizadas por Polido y Toledo, mientras que aumenta el número de carpinteros dirigidos por un tal Samaniego, ahora encargados de arreglar el corredor que amenaza derrumbe. Entre las tareas que realiza Polido en 1502 se encuentra el labrar «las piedras de los reloxes de la esquina de la portada y la de la ventana».

El gasto en cantería es reducidísimo; baste entonces consignar los 6.296,5 maravedíes que el bachiller Pedro de Carboneras declara haber gastado en maestros y peones en la fábrica desde diciembre de 1505 al mismo mes de 1506 (Archivo Catedral de Segovia, C-214, fol. Ciii). Y de nuevo consisten en aderezar pilares, trastejar, arreglar escaleras, andamios para colocar las imágenes, igualar el suelo, embasamento de piedra para la reja de la capilla mayor, frontales de altar, etc. Pero el gasto irá aumentando; al siguiente año el mismo bachiller consigna la cantidad de 27.541,5 maravedíes «que se ha gastado en maestros e peones pa(ra) hedificios e otras cosas nescesarias a la iglesia».

El mantenimiento sigue a cargo de la misma cuadrilla pero cuando se necesite consejo de cara a la nueva librería se acudirá a expertos externos, de mayor cualificación que los hasta ahora consignados. Así lo indica el hecho de que el 24 de febrero de 1503 conste la presencia del arquitecto Martín Ruiz de Solórzano, entonces socio de Juan de Ruesga en Palencia («di este dicho dia a solorzano pedrero porque dio la orden de remediar aquel muro que sale de la claustra afuera por mandado de los señores dos reales». Archivo Catedral de Segovia, C-211. Fábrica, 1500-1506, fol.xlii). O el que el sábado 23 de julio de 1504 visitaran la obra de la librería y daban su parecer al respecto Juan Gil de Hontañón y un Diego de Toledo a quien un mes más tarde se le pagaban 12 reales «por la muestra que fizo pa(ra) la librería» (Archivo Catedral de Segovia, C-211. Fábrica, 1500-1506, fol. lxxviiii vuelto). Así, de nuevo la necesidad de *trazar* marca la llegada de maestros de obra; comienza entonces una nueva etapa para el templo segoviano caracterizada por la dirección de Juan Gil de Hontañón y su cuadrilla que serán los que a partir de entonces asuman también las tareas menores que antes estaban a cargo de los Toledo (Archivo Catedral de Segovia, C-214, 1505-1514: «a un cantero criado de juan gil porque anduvo en vezes a cortar ciertos pedaços de los marmoles pa asentar la tribuna nueva y a ronper un poste pa la escalera y otras cosas que

fueron menester cinco dias a real y medio». «di a los criados de juan gil por relabrar de las piedras pa el altar de san juan y pa(ra) la grada y por refazer del altar y subir de las piedras que subieron de la cantera debaxo del ospital y por lo que tomaron pa(ra) asentar el retablo en la pared veynte y ocho reales y medio a real y medio cada dia cada vno»).

Francisco de Toledo y Diego Polido parecen ser los maestros con mayores responsabilidades entonces en el «entretenimiento» de la catedral segoviana hasta la llegada de Juan Gil de Hontañón; resulta interesante rastrear sus nombres en la documentación pues sus otros trabajos nos aportan sugerentes hipótesis acerca de la forma de trabajar de Guas y cómo ésta afectó al taller de cantería catedralicio. Por ejemplo, Diego Polido, presente en el taller segoviano desde 1489 como asentador, debía ser familiar de otro Polido, Pedro, (probablemente su hijo) que era un viejo compañero de Guas con quién trabajaría primero como aprendices en la Puerta de los Leones de la Catedral de Toledo en 1452 y veinte años después en la capilla mayor del Parral, figurando como testigo en la firma del tercer contrato de Guas con el cabildo catedralicio en julio de 1480 (López Díez 2006:303). Este Pedro será compañero de Guas y Juan de Arriba (Juan de la Riba que no es otro que Juan de Ruesga) en la construcción de la primera fase del Colegio de Santa Cruz de Valladolid (Gómez-Moreno 1925, 7; Alonso Ruiz 2010). Así Polido procedía de un entorno canteril muy cercano al maestro del taller, a quien sin duda se debe su contrato en Segovia. Lo mismo debía ocurrir con Francisco de Toledo, documentado en Segovia desde abril de 1489 en que vino de Toledo, trabajando a las órdenes directas de Juan Guas asentando las piedras labradas en la puerta del cabildo nuevo. Comienza como entallador y llegará a maestro cinco años más tarde. Y sin duda era el Francisco Sánchez de Toledo que en 1494 ya estaba avecindado en Segovia y que labraba los blasones del marqués de Villena en el monasterio del Parral (Hernández 1946-47, 76).

El hecho de compartir maestro mayor durante esos veinte años hizo que el trasvase de trabajadores entre las fábricas toledana y segoviana fuese algo común. Por ejemplo, de Toledo vino a componer el reloj el maestro Giralti (Hernández 1946-47, 60), de Toledo procedía el entallador documentado en 1491, o Sebastián de Almonacid el encargado de hacer la portada al claustro, o el pintor Rodrigo de Toledo (avecindado en Segovia), encargado de trabajar en la portada del antiguo claustro (Hernández 1946-47, 71), y aún la «piedra negra» de Toledo utilizada en los antepechos de la sala grande.

Conclusiones

El funcionamiento de un taller de cantería catedralicio en un período de inactividad constructiva demuestra que el cabildo catedralicio contrata según la necesidad, ampliando o reduciendo la cuadrilla de oficiales según sea menester, pero manteniendo en la dirección uno o dos maestros, generalmente formados en la obra. Con este modo de proceder, el cabildo catedralicio se asegura el mantenimiento del edificio y la realización de pequeñas obras sin grandes complicaciones constructivas, así como el poder hacer frente a posibles eventualidades. En este contexto, los sueldos de los canteros son equiparados a los de los carpinteros, mucho más reducidos estos últimos cuando está en marcha una gran empresa arquitectónica. Al surgir estas nuevas empresas, este taller «de subsistencia» queda relegado en beneficio de uno nuevo, dirigido por maestros de mayor cualificación. Es entonces cuando se vuelve a contratar a un maestro de obra, cuya función fundamental será el dibujo arquitectónico y el dar consejo y «orden» en cómo se debe labrar. Así, podríamos decir que el mantenimiento del templo recae directamente en el propio cabildo, no ya en los obispos o en los maestros, mientras que la construcción se vincula directamente con el empujón económico de las donaciones de los obispos y con las aportaciones estéticas de arquitectos y cuadrillas generalmente llegados de fuera.[1]

Anexo

Taller de cantería 1491-1504-1509			
Taller de cantería 1491-1504-1509			
Francisco (Sánchez) de Toledo	Maestro cantero	50 mrs	1489,1492,1493,1494 1495, 1497, 1498, 1499, 1501, 1502
Pedro de Toledo	Entallador	2 reales	1491, 1492
Pedro (Yerno de J. de Velasco)	Entallador		
Juan de Velasco	Cantero «Veedor de las casas de los señores»	300 mrs anuales	1491-1495
Criado de Juan de Velasco: Juan			1492
Criado de Juan de Velasco: Francisco			1492
Martín de Peñafiel	Peón		1491
Gil	Cantero		1492
Diego Polido	Cantero		1489, 1493, 1498, 1500, 1501, 1502, 1503
Espino	Sacador		1493
Pedro «montañés» y su hijo	Cantero	2 reales	1495
«Montañés» y su hijo	Cantero		1504
Juan de Tojo	Cantero		1498
Criado de F. de Toledo: Juan Cadahalso	Oficial	45 mrs	1498, 1499
Criado de F. de Toledo: Alonso	Oficial	45 mrs	1498
Criado de F. de Toledo: Pedro	Oficial	45 mrs	1498, 1499
Criado de F. de Toledo: Gonzalo	Oficial	45 mrs	1498
Criado de F. de Toledo: Mansylla	Oficial	45 mrs	1498
Criado de F. de Toledo: Juan Martínez	Oficial	45 mrs	1498

Taller de cantería 1491-1504-1509

Taller de cantería 1491-1504-1509

Criado de F. de Toledo: Juan «montañés»	Oficial	45 mrs	1498
Rodrigo Alarcón	Oficial		1493,1494
Juan de Lomas	Oficial		1494
Juan de León	Oficial		1498
Gonzalo de Cianca	Cantero sacador		1499
Juan de Cianca	Cantero desbastador		1499
Juan de Espinosa	Oficial	46 mrs	1499
Andrés de Olmedo	Oficial	46 mrs	1499
Martín Sanz	Peón		1502
Sancho	Peón		1502
Miguel	Entallador	5.000 mrs (destajo)	1501
Juan de Ayala	Cantero		1507

Tabla 1
Fuente: Archivo Catedral de Segovia, libros de fábrica C-208 (1491-95), C-210 (1495-1500), C-211 (1500-1506) y C-212 (1500 y ss), C-213 (1500), C-214 (1506-1514).

Notas

1. Este trabajo se incluye en el proyecto de investigación *Los diseños de arquitectura en la Península Ibérica entre los siglos XV y XVI. Inventario y catalogación.* Ministerio de Ciencia e Innovación, Gobierno de España. Dirección General de Investigación (ref.HAR2014-54281-P).

Lista de Referencias

Alonso Ruiz, Begoña. 2000. Juan Gil de Hontañón en Segovia. Sus comienzos profesionales. *Boletín del Seminario de Arte y Arqueología*. LXVI: 153-162.

Alonso Ruiz, Begoña. 2009. The construction of the Cathedral of Segovia from Juan Guas to Juan Gil de Hontañón. *Proceedings of the Third International Congress on construction History, Cottbus (Germany)*. 1: 39-46.

Alonso Ruiz, Begoña. 2010. El arquitecto Juan de Ruesga. *Los últimos arquitectos del gótico.* 219-269. Madrid: M.F.R.

Alonso Ruiz, Begoña y Jiménez Martín, Alfonso. 2009. *La traça de la iglesia de Sevilla*. Sevilla: Cabildo Metropolitano.

Cortón De Las Heras, Mª Teresa. 1997. *La Construcción de la Catedral de Segovia (1525-1607).* Segovia: Caja Segovia.

Díaz-Miguel, Mª D. 1968. Relación de Juan Rodríguez, Fabriquero Mayor de la Catedral de Segovia: 1523. *Estudios Segovianos*, XX: 215-229.

García Chico, Esteban. 1957. *La Colegiata de Medina del campo y otros estudios.* Valladolid.

Gómez-Moreno, Manuel. 1925. Sobre el renacimiento en Castilla: Hacia Lorenzo Vázquez. *Archivo Español de Arte y Arqueología.* I: 1-40.

Hernández, Antonio. 1946-47. Juan Guas, maestro de obras de la catedral de Segovia. *Boletín del Seminario de Arte y Arqueología.* XIII: 57-100.

Lecea, C. de. 1889. Memorial histórico de Segovia, escrito por don Juan de Pantigoso en 1523. *Boletín de la Real Academia de la Historia,* 14: 214-261.

Lopez Díez, Mª Blanca. 2001. La fortaleza de la antigua catedral de Santa María la Mayor. *Estudios Segovianos.* 101: 193-205.

Lopez Díez, Mª Blanca. 2002. *Segovia en la época de los Trastámara.* Tesis Doctoral, U.A.M.

Lopez Díez, Mª Blanca. 2006a. *Los Trastámara en Segovia. Juan Guas, maestro de obras reales.* Segovia: Caja Segovia.

Lopez Díez, Mª Blanca. 2006b. Juan Guas en Segovia. *Archivo Español de Arte.* 315: 299-306.

Martínez Frías, José María. 1998. *La huella de Juan Guas en la Catedral de Ávila.* Ávila: Fundación Cultural Santa Teresa.

Merino Rubio, Waldo. 1974. *La arquitectura hispanoflamenca en León.* León: Diputación de León.

Ruiz Hernando, José Antonio. 1982. *Historia del Urbanismo en la Ciudad de Segovia del siglo XII al XIX.* 2 vols. Segovia: Diputación Provincial de Segovia.

Ruiz Hernando, José Antonio. 1991. La arquitectura medieval en Segovia. *Segovia 1088-1988. Actas del Congreso de Historia de la Ciudad*. Segovia, 127-172.

Ruiz Hernando, José Antonio. 1994. La catedral de Segovia. *Medievalismo y Neomedievalismo en la arquitectura española: Las catedrales de Castilla y León, I.* Ávila, 162-164.

Las propuestas no construidas de Viollet-le-Duc: reinterpretación objetiva y análisis de la estabilidad de la nave abovedada

Julio Álvarez Altadill

La presente comunicación recoge las principales aportaciones del trabajo de final de master titulado «La restauración virtual del patrimonio no construido». Presentado en 2014 y desarrollado en el marco de los estudios de restauración del patrimonio de la ETSAB-UPC, el estudio aportaba un método general para la reinterpretación objetiva y el análisis estructural de construcciones históricas que nunca fueron llevadas a cabo. El trabajo se desarrolló a partir de los fundamentos establecidos en la tesis doctoral de Dolores Vico, centrada en la reinterpretación arquitectónico-constructiva de ruinas de la Antigüedad romana. Sin dejar esta línea de investigación, el estudio ponía el punto de mira en la «restauración virtual» de arquitecturas que se quedaron sobre el papel, es decir que nunca llegaron a existir físicamente. Para ello, se tomaron como objeto de estudio las propuestas no construidas de uno de los pensadores más influyentes de la arquitectura del siglo XIX.

Eugène Emmanuel Viollet-le-Duc (1814-1879) (figura 1) es un arquitecto francés conocido por sus restauraciones de construcciones medievales y por sus aportaciones teóricas a la arquitectura. Entre su extensa obra escrita cabe destacar el monumental «Dictionnaire raisonné de l'architecture française du XIe au XVIe siècle» (1854-1868) y el tratado «Entretiens sur l'Architecture» (1863-1872) (figura 2). Este último incorpora propuestas constructivas que, a pesar de haber sido ampliamente divulgadas, nunca han sido suficientemente estudiadas desde el punto de vista de su estabilidad. La presente ponencia aborda el análisis estructural de una de sus propuestas más emblemáticas: la nave abovedada descrita en la conversación número doce de los «Entretiens sur l'Architecture». Esta propuesta es a la vez un proyecto no construido y un tratado de construcción en sí misma, pues sintetiza algunas de las aportaciones más destacadas de Viollet-le-Duc a la disciplina constructiva.

En la presente comunicación se exponen los resultados de la investigación sobre la nave abovedada, cuyo objetivo ha sido conocer su comportamiento estructural mediante la reinterpretación objetiva de la propuesta a partir de la documentación original y el análisis por estática gráfica y por el método de Wolfe de sus estructuras. Todo ello acompañado de los cálculos analíticos necesarios para una correcta definición del problema. Una de las conclusiones que se desprende de este estudio es que la indeterminación de ciertos aspectos materiales y geométricos en las descripciones de las propuestas de Viollet-le-Duc no impide que se pueda llegar a un conocimiento exhaustivo de éstas, del mismo modo que se puede afirmar que el arquitecto francés sabía de la factibilidad constructiva de sus propuestas.

Antecedentes

Desde que fuera redescubierta en 1486, la obra «Los diez libros de arquitectura» de Vitruvio (ca.

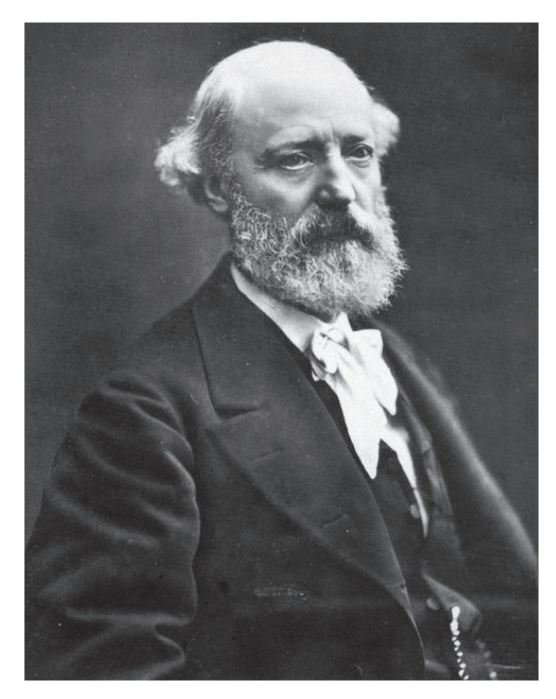


Figura 1
Retrato de Viollet-le-Duc por Nadar (LACMA. The Audrey and Sydney Irmas Collection)



ENTRETIENS
SUR
L'ARCHITECTURE
PAR
M. VIOLLET-LE-DUC
ARCHITECTE DU GOUVERNEMENT

TOME DEUXIÈME
ILLUSTRÉ DE 93 GRAVURES SUR BOIS

PARIS
V^{ve} A. MOREL & C^{ie}, LIBRAIRES-ÉDITEURS
RUE BONAPARTE, 13
M DCCC LXXII

Pierre Mardaga, éditeur / 1986

Figura 2
Portada del tomo segundo de los «Entretiens sur l'Architecture», edición de 1986

90aC – ca. 20aC) devino el primer y más influyente tratado de construcción, relegando a un segundo plano obras posteriores muy superiores, a pesar de sus carencias en ciertos aspectos constructivos. No es hasta 1673 que se consolida la conocida tríada de Vitruvio como eje estructurador de la enseñanza y la teoría de la arquitectura, cuando Claude Perrault (1613-1688) publica su famoso compendio sobre la obra del romano. Su difusión continúa gracias a que Jacques-François Blondel (1705-1774) adopta su estructura tanto en sus obras escritas como en sus clases de arquitectura en l'École de Beaux-Arts, y ésta alcanza su máximo esplendor gracias a «L'art de bâtir», el tratado que Jean-Baptiste Rondelet (1743-1829) publica en 1817 y que conoce una difusión acaparadora y definitiva por toda Europa, con dieciséis ediciones a lo largo de más de sesenta años.

El fracaso de las nuevas propuestas provenientes de l'École Polytechnique, unidos al éxito editorial de Rondelet y al prestigio que alcanza su obra definen el incómodo panorama en el que desarrollaría su obra Viollet-le-Duc. Un siglo XIX todavía dominado por Vitruvio y una visión tripartita de la arquitectura en la que la importancia de la disciplina constructiva queda relegada a un papel secundario, centrado en la resolución de problemas específicos y completamente desvinculada de la generación de las formas arquitectónicas. Caracterizado por un modo racionalista de entender la arquitectura, muy alejado del estilo Beaux-Arts, Viollet-le-Duc defendía una nueva manera de entender la relación entre arquitectura y construcción, claramente enfrentada con la teoría dominante desde el siglo XVII y que nada debía a un pasado anclado en las raíces de la arquitectura clásica.

Los *Entretiens sur l'architecture*

Ya sea por su original estructura, por su visión global de la arquitectura o por su puesta en valor de la construcción medieval, lo cierto es que los «Entretiens sur l'Architecture» se distinguen claramente de todos los tratados aparecidos hasta el momento y en absoluto deben nada a la tríada dominante de Perrault ni a la tradición «rondelletiana» de Beaux Arts. De hecho, tal y como menciona el profesor José Luis González Moreno-Navarro en su tesis doctoral, encontramos numerosas menciones a Vitruvio en la obra de Viollet-le-Duc que no sirven sino para marcar un claro distanciamiento con su legado y con la doctrina de l'École de Beaux Arts. Es lo que González denomina la «ruptura total» de Viollet-le-Duc, un hecho fundamental para entender la trascendencia de su aportación.

El texto se divide en dos volúmenes en los que se recogen las reflexiones del autor organizadas a modo de conversaciones independientes. Este modo de presentar el texto es otra de las peculiaridades del tratado, ya que lejos de exponer un decálogo de instrucciones a seguir, éstas trascienden el propio tema y van reapareciendo a lo largo de todo el discurso, perfilando un hilo narrativo de un alto valor didáctico. Si el primer volumen está enteramente dedicado al análisis y al estudio de la arquitectura anterior al siglo XIX, en el segundo tomo Viollet-le-Duc expone las que, a su juicio, son las condiciones necesarias para alcanzar una nueva arquitectura acorde a su tiempo. En él, el francés insta a la búsqueda de nuevas formas para la arquitectura de un siglo que, ante el advenimiento de nuevas técnicas y materiales, no puede seguir tomando prestadas soluciones del pasado. La adecuación de la forma al material y el ajuste de la arquitectura a los recursos disponibles son condiciones indispensables para alcanzar esta nueva arquitectura que, sin embargo, no debe —ni puede— renunciar a seguir siendo considerada una obra de arte, y para la que se debe continuar buscando unos principios de armonía y de unidad.

En las conversaciones once, doce y trece Viollet-le-Duc insiste en la necesidad de combinar los nuevos materiales metálicos con la obra de fábrica, renunciando a la utilización de refuerzos ocultos, y advirtiendo al lector de los riesgos que puede conllevar una reunión «demasiado íntima» de ambos materiales. Y es que el francés no ignora los límites debidos a la oxidación del hierro, ni tampoco la inadecuación de la fundición a la flexión, de ahí su insistencia en la exigencia de la separación entre ambos materiales y la aparición de la idea de reparabilidad.

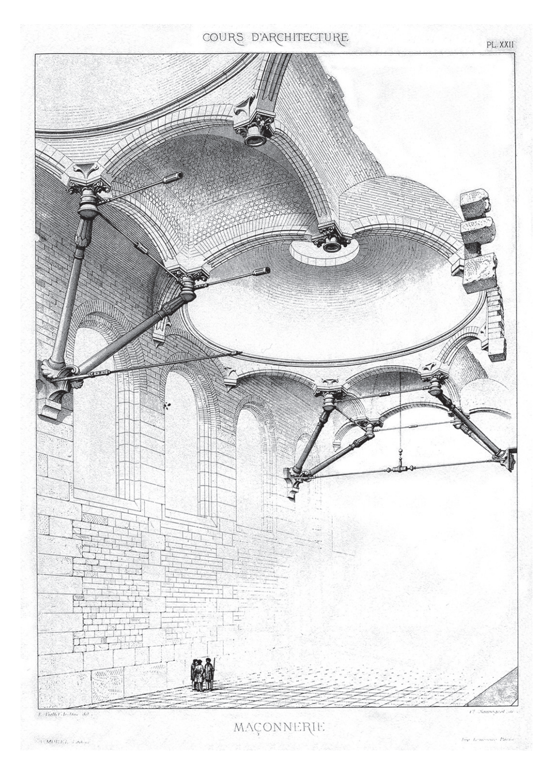


Figura 3
Perspectiva del interior de la nave abovedada. Lámina XXII de los «Entretiens sur l'Architecture», edición de 1986

La nave abovedada

Antecedentes

Los principios enunciados a lo largo de estas tres conversaciones vienen acompañados de propuestas concretas de edificios que, aunque hipotéticas, son valedoras ejemplares de la potencia de las ideas de Viollet-le-Duc. De entre todas ellas, destaca la que es objeto de esta ponencia, la aquí denominada nave abovedada, descrita al final de la conversación número doce y representada en la lámina XXII del tratado (figura 3). A pesar de haber sido ampliamente divulgada, se puede decir que la nave abovedada ha sido

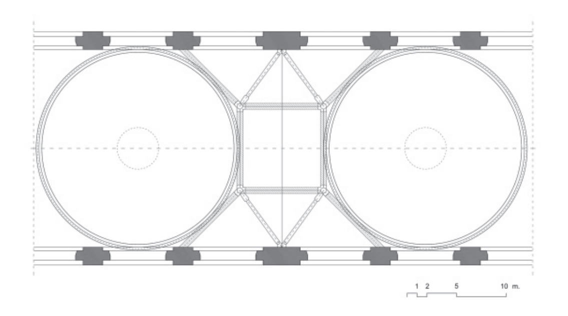


Figura 4
Planta de la nave abovedada (dibujo del autor, 2014)

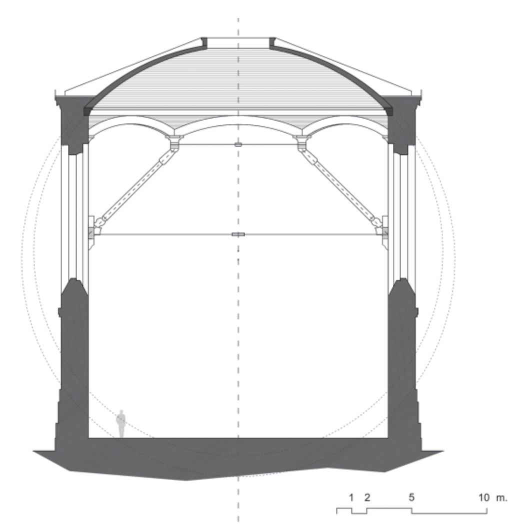


Figura 5
Sección transversal por la cúpula (dibujo del autor, 2014)

poco estudiada. Más aún si se tiene en cuenta que ésta conforma una de las propuestas más interesantes, complejas y ambiciosas de todas las descritas en los «Entretiens sur l'Architecture».

A partir de este caso Viollet-le-Duc pretende demostrar las ventajas que aporta la adopción de sus principios en la cubrición de grandes espacios. Y es que según el francés, si se atiende a las nuevas necesidades de la sociedad del siglo XIX el reto ya no se haya únicamente en la construcción de pequeños edificios civiles, sino en la edificación de grandes construcciones capaces de albergar multitudes. La combinación de la fábrica con los materiales metálicos es una condición necesaria pero insuficiente: los arquitectos deben trabajar en soluciones más ambiciosas, que permitan incorporar los materiales metálicos a los entramados horizontales dando lugar a nuevas formas arquitectónicas y que éstas sean capaces, por ejemplo, de contrarrestar los empujes de bóvedas rebajadas. Para Viollet-le-Duc, la aplicación de estos principios debería resultar en estructuras más complejas, compuestas de múltiples elementos. Y es que según el francés, la tecnificación de las construcciones está íntimamente ligada a la idea de progreso.

La nave abovedada puede ser considerada por su magnitud, su complejidad estructural y su ambición arquitectónica, una auténtica puesta en práctica de las más destacadas aportaciones de Viollet-le-Duc a la disciplina constructiva.

Descripción

Se trata de una nave longitudinal de 20 metros de anchura, sin apoyos intermedios, que combina la obra de fábrica con elementos metálicos y de la que Viollet-le-Duc sólo define el módulo central (figura 4). La cubierta de la nave combina distintos tipos de bóvedas pensadas para ser construidas en fábrica de la-

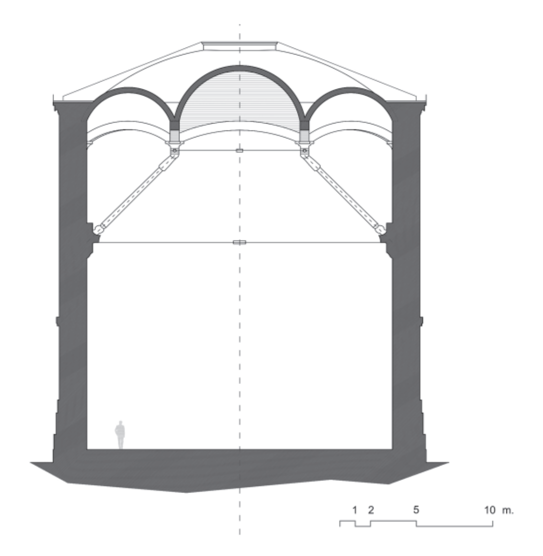


Figura 6
Sección transversal de la nave abovedada (dibujo del autor, 2014)

drillo: grandes cúpulas rebajadas, bóvedas de cañón oblicuas en los laterales y bóvedas de claustro en el centro (figuras 5, 6 y 7). El heterogéneo conjunto de bóvedas descansa sobre las esbeltas paredes laterales —perforadas por grandes ventanales— y sobre un entramado de arcos de piedra rebajados. Éstos, a excepción de los arcos diagonales, están atirantados y descargan su peso y el de la cubierta sobre un complejo chasis metálico, compuesto de múltiples elementos, y que transmite las cargas de la cubierta sobre las paredes laterales. Las columnas inclinadas de fundición están atirantados para contrarrestar los empujes horizontales. Así se evita la necesidad de erigir contrafuertes y se puede reducir el espesor de las paredes, construidas con sillares de piedra y con un espesor de 1,80 m.

De las cúpulas cabe añadir que son casquetes esféricos de 20m de diámetro, que disponen de un óculo central y que tienen un espesor reducido y variable a lo largo de su sección, que va desde los 24 cm en la cúspide a los 40 cm en la base. Viollet-le-Duc también baraja la posibilidad de construir las cúpulas con materiales más ligeros, una posibilidad que sólo se ha contemplado en las hipótesis posteriores.

Análisis estructural

El proceso de análisis empieza con el estudio y la reinterpretación objetiva de la documentación gráfica original junto a las descripciones escritas. A partir de ésta se realiza un levantamiento gráfico de la propuesta consistente en una serie de plantas, secciones y alzados interiores del edificio (figuras 4 a 7). Cabe decir que debido a su reducida escala y a la omisión de algunos detalles relativos a la geometría y la materialidad de la propuesta, los croquis y descripciones de Viollet-le-Duc contienen ambigüedades e imprecisiones que conviene esclarecer. Un buen ejemplo es la planta del edificio: aunque esquemático, el croquis de Viollet aporta indicios sobre la configuración del edificio. Sin embargo, el redibujo de la planta con gruesos y manteniendo las proporciones evidencia algunas incompatibilidades: si los machones de pared son muy estrechos los arcos entregarán demasiado descentrados y si todos tienen la misma anchura no se puede mantener un ancho constante de los ventanales sin que se produzca un desfase entre el ritmo de las aperturas y los entramados horizontales (figura 8).

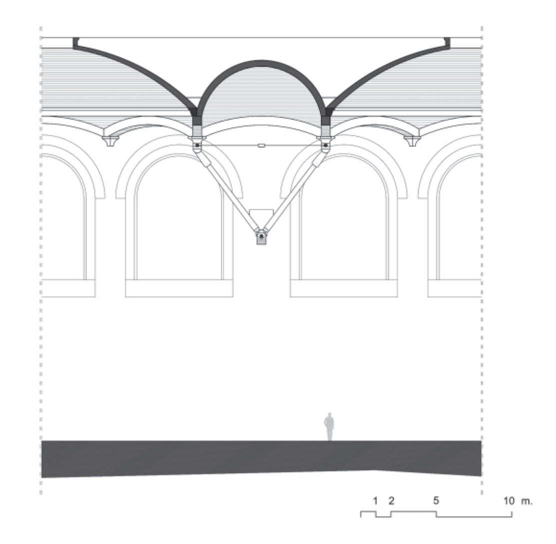


Figura 7
Sección longitudinal de la nave abovedada (dibujo del autor, 2014)

En base a la nueva información generada y con el apoyo de modelos tridimensionales se formulan las hipótesis constructivas necesarias. Finalmente se definen las áreas que serán objeto de estudio y se elaboran los cálculos analíticos necesarios. El estudio, desarrollado con el doble objetivo de obtener un conocimiento sistemático del comportamiento estructural de la propuesta y verificar las afirmaciones de Viollet-le-Duc sobre su propuesta, pretende comprobar:

- que las cúpulas son estables y que aunque están zunchadas únicamente en su base no necesitarán refuerzos suplementarios
- que los tirantes que contrarrestan el empuje horizontal de las columnas de fundición son necesarios para evitar el vuelco de los muros
- que aunque los arcos diagonales no están atirantados el empuje que producen es suficientemente pequeño para que las paredes sean capaces de contrarrestarlo

Para confirmar estas afirmaciones y para comprobar la estabilidad de la estructura se realizan los estudios pertinentes de estática gráfica y mediante el mé-

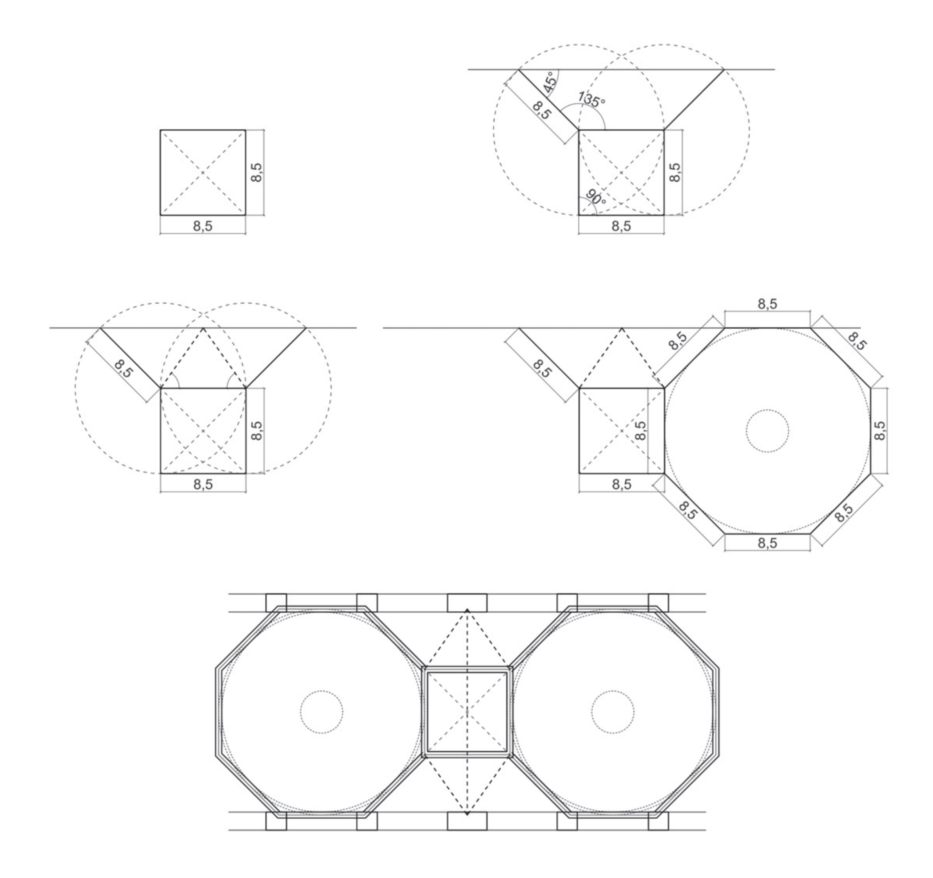


Figura 8
Etapas del sistema de generación de la planta, hipótesis reconstructiva (dibujo del autor, 2014)

todo de Wolfe en el caso de la cúpula.

Estabilidad de la cúpula

El análisis de la cúpula por el método de Wolfe se desarrolla a partir del estudio de la estabilidad de un gajo de la cúpula, el cual está en equilibrio gracias al confinamiento al que le someten en todos los sentidos los gajos adyacentes. Tras dividir el gajo en un número determinado de tramos y una vez calculado el peso propio de cada división se determina la reacción E generada por las dovelas adyacentes y necesaria para alcanzar el equilibrio (figura 9). Mediante el análisis gráfico por el método de Wolfe se comprueba que, a excepción de la base, la cúpula está sometida solamente a esfuerzos de compresión. Éste comportamiento obedece al hecho de que la cúpula no supera los 51,5º de ángulo de abrazo a partir de los cuales, según Jacques Heyman, se producen tracciones en los paralelos (figura 10).

La conclusión que se obtiene es que la cáscara de ladrillo resiste su propio peso gracias a la acción de los paralelos, con lo que se deduce que el zuncho ubicado en su base, necesario para que la cúpula no se abra, es suficiente. La cúpula proyectada por Viollet-le-Duc es estable y no es necesario ningún tipo de refuerzo suplementario como tirantes metálicos, muretes de estribado o arbotantes ya que no se producen tracciones en la membrana. La comprobación

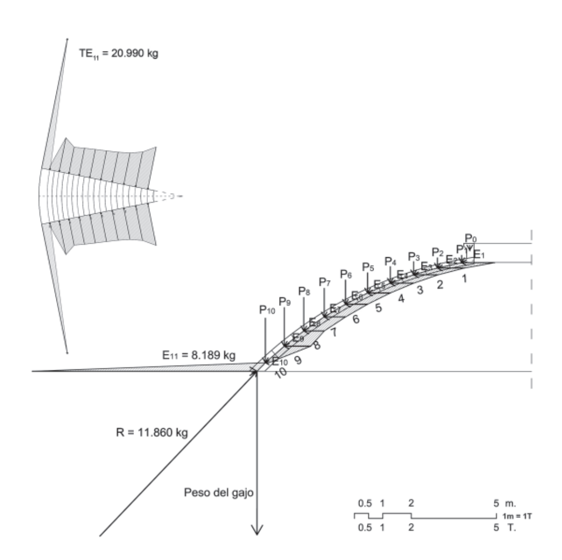


Figura 9
Método de Wolfe (dibujo del autor, 2014)

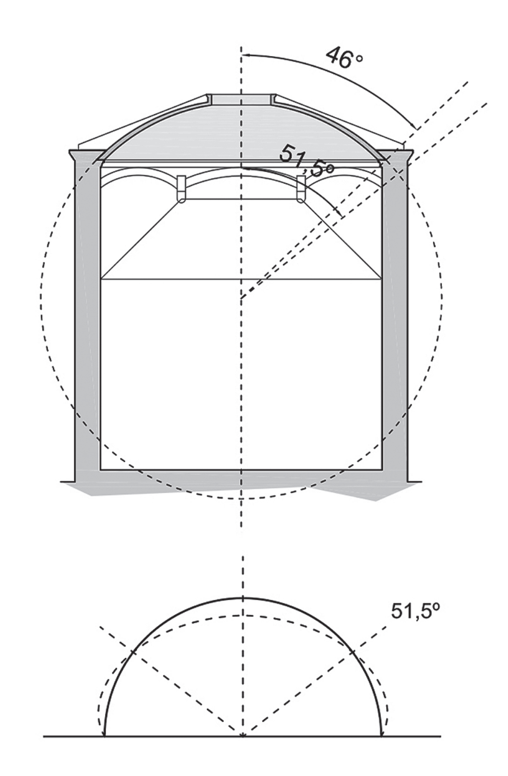


Figura 10
Ángulo de abrazo de la cúpula (dibujo del autor, 2014)

del peso que debe absorber el zuncho da por resultado una carga de 21 T, con lo que una sección resistente de 17,5 cm² de hierro dulce sería suficiente. Así pues, se concluye que la cúpula diseñada por Viollet-le-Duc es estable y que trabaja como una membrana con todos sus paralelos sometidos a compresión.

Estabilidad del muro

Para comprobar la estabilidad de los muros laterales, es necesario realizar un descenso de las cargas desde los entramados horizontales. Primero se analiza por estática gráfica cada uno de los tres tipos de arcos, se combinan sus resultantes en el espacio tridimensional (figura 11) y se estudia el descenso de estas cargas a través de las columnas hasta su transmisión a los muros laterales. Después se determinan las reacciones del resto de elementos que descargan su peso sobre el tramo de muro estudiado (bóvedas de cañón y ventanas). Mediante estática gráfica se obtiene la línea de presiones del muro y se comprueba que, en hipótesis de ausencia de tirantes metálicos, el espesor determinado por Viollet-le-Duc es insuficiente para contrarrestar el empuje producido por las columnas de fundición (figura 12).

Vale la pena destacar una observación realizada con respecto a los tensores que atirantan los arcos B y C. Éstos contrarrestan la componente horizontal de sus empujes, de modo que sólo se transmiten cargas verticales a las columnas de fundición. Sin embargo, la necesaria descomposición de esta carga en dos componentes (figura 13) descubre una componente horizontal de 70 toneladas que no puede ser contrarrestada por los tirantes metálicos, incapaces de trabajar a compresión. El contrarresto de esta carga, necesario para evitar el vuelco de las columnas sólo se puede producir, tal como demuestra el cálculo, si se considera que los arcos C (perpendiculares al eje de la nave) trabajan en hipótesis de empuje máximo.

Las conclusiones que se obtienen son que la propuesta original de Viollet-le-Duc es estable y que los tirantes que, atravesando la nave, unen las columnas de fundición son necesarios para evitar el vuelco de

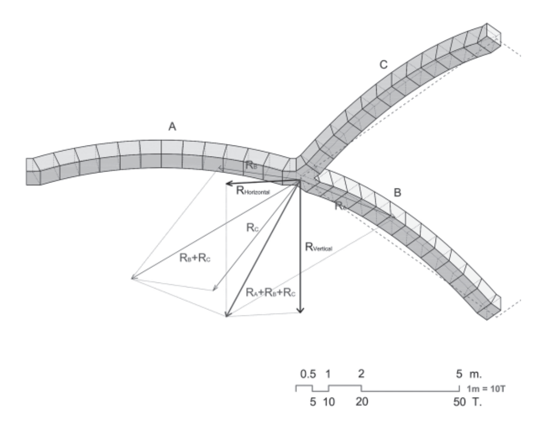


Figura 11
Combinación de la resultante de tres arcos (dibujo del autor, 2014)

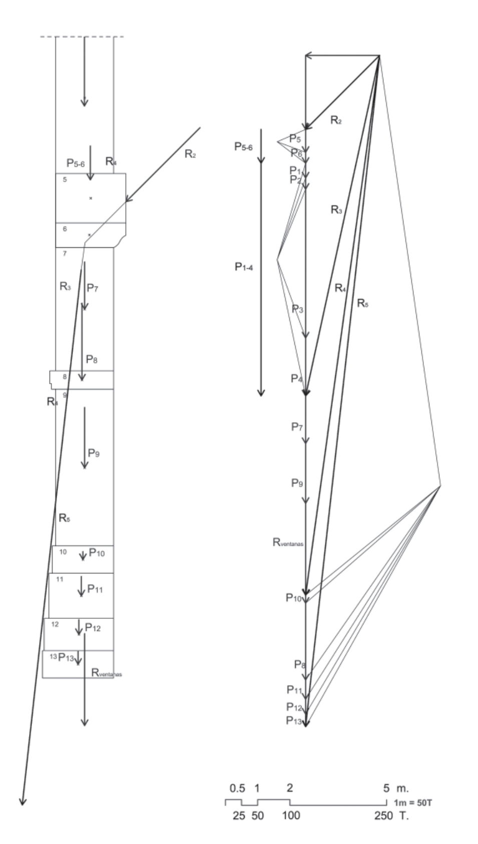


Figura 12
Descenso de cargas a través del muro en hipótesis de ausencia de tirantes (dibujo del autor, 2014)

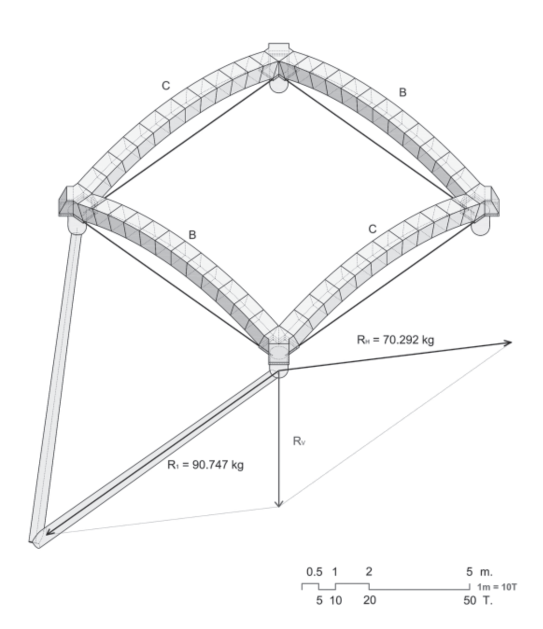


Figura 13
Descomposición de la carga vertical transmitida a las columnas de fundición (dibujo del autor, 2014)

los muros. Aunque a partir de la línea de presiones se deduce que unas paredes 50 cm más gruesas sí serían capaces de contrarrestar los empujes horizontales, la escala de la propuesta y el principio de la economía de recursos desaconsejan claramente esta opción.

Estabilidad del muro frente al empuje de los arcos diagonales

Para comprobar que los machones de pared son capaces de contrarrestar los empujes producidos por los arcos diagonales, se realizan los estudios pertinentes por estática gráfica. Para ello se definen tres hipótesis: la hipótesis inicial definida durante el redibujo de la planta en la que los machones tienen 2 m de anchura, una segunda hipótesis en que los machones se amplían según la dirección del arco hasta 3,6 m (figura 14) y una tercera situación en la que manteniendo la anchura original de los machones se supone la construcción de una cúpula más ligera, construida con elementos prefabricados de hormigón, ateniendo a la posibilidad y los datos sugeridos por

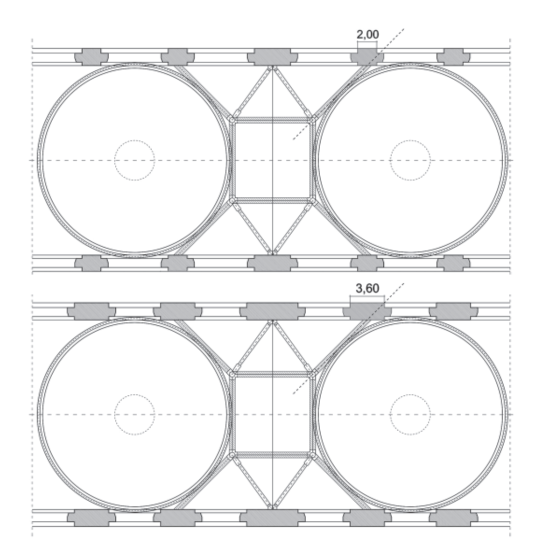


Figura 14
Comparación de dos hipótesis de trabajo (dibujo del autor, 2014)

Viollet-le-Duc en el texto. Mediante el análisis por estática gráfica se comprueba que en las tres hipótesis la línea de presiones queda contenida dentro de la sección del muro (figura 15). Sin embargo, los resultados obtenidos en el primer caso denotan cierta inestabilidad y motivan la adopción de una solución más cercana a la definida en la segunda hipótesis. El tercer escenario nos demuestra la limitada repercusión del peso de la cúpula, pues aun habiendo reducido su peso propio en un 70% (de 140 T a sólo 42 T) la línea de presiones no varía demasiado su inclinación.

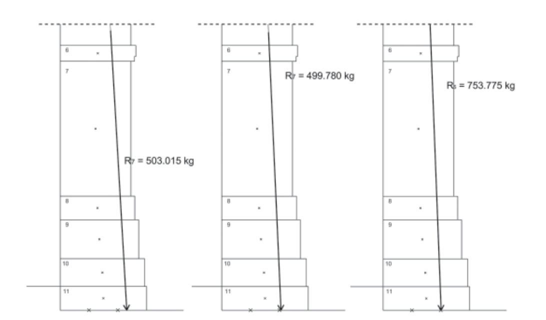


Figura 15
Comparación de las resultantes obtenidas. De izquierda a derecha: hipótesis original, hipótesis con cúpula más ligera e hipótesis con machones de pared más anchos (dibujo del autor, 2014)

Las conclusiones que se obtienen son la necesidad de reducir la anchura de los ventanales y la constatación de que unos arcos diagonales muy rebajados y el hecho de que no están atirantados son los factores más determinantes para el trazado de la línea de presiones y por tanto para la estabilidad del muro. Al mismo tiempo se puede concluir que Viollet-le-Duc acertó al asegurar que, a pesar de que los arcos diagonales no están atirantados, la estructura es estable y que las paredes laterales son capaces de contener su empuje.

Conclusiones

Los resultados obtenidos confirman el profundo saber constructivo del arquitecto francés, y demuestran la idoneidad de la estática gráfica como herramienta para el análisis de estructuras históricas. Por otro lado, se reivindica la necesidad de revisar la obra de esta importante figura de la arquitectura, más aún con motivo de la reciente celebración el año pasado del bicentenario de su nacimiento.

Lista de referencias

Álvarez Altadill, Julio. 2014. *La restauración virtual del patrimonio no construido. Aplicación de la realidad virtual a la comprensión de las propuestas de Viollet-le-Duc*. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya.

González Moreno-Navarro, José Luis. 1993. *El legado oculto de Vitruvio*. Madrid: Alianza.

Vico López, María Dolores. 2012. *La «restauración virtual» según la interpretación arquitectónico-constructiva. Metodología y aplicación al caso de la Villa de Livia.* Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya.

Viollet-le-Duc, Eugène Emmanuel. 1854-1868. *Dictionnaire raisonné de l'architecture française du XIe au XVIe siècle*. Paris: Morel éditeurs.

Viollet-le-Duc, Eugène Emmanuel. 1863-1872. *Entretiens sur l'architecture*. Paris: 1986, Pierre Mardaga, éditeur.

Viollet-le-Duc, Eugène Emmanuel. 1873. *Histoire d'une maison*. Paris: 2008, Infolio Éditions.

El terremoto del 31 de mayo de 1970 y el estado peruano: mitigación de riesgos y el plan de reconstrucción urbana para las zonas afectadas por la catástrofe

Victor Emilio Álvarez Ponce

El 31 de mayo de 1970, un terremoto de 7,8 grados en la escala de Richter afectó a 22 provincias de los departamentos de Lima, Ancash y La Libertad, en el Perú, y dejó un saldo de 70 mil muertos. Ante la emergencia, el Estado organizó inmediatas acciones de asistencia y rescate, a las que se sumó ayuda humanitaria proveniente de todo el mundo. Al constatar la devastación de la infraestructura en muchas ciudades del interior del país, el gobierno del Gral. Juan Velasco Alvarado vio la urgencia de crear la Comisión de Reconstrucción y Rehabilitación de la Zona Afectada (CRYRZA) para que, desde un nivel multisectorial, se realizaran innovadores estudios técnicos que permitiesen mitigar los riesgos frente a nuevas catástrofes. A este esfuerzo se sumó la comunidad internacional para cooperar activamente con la ejecución de estudios geológicos, sismológicos, geomorfológicos, topográficos, glaciológicos, etc., y la entrega de donaciones y créditos que apoyasen la inversión del Estado peruano en las tareas de reconstruir el país. Así, se evaluaron los daños estructurales en muchas ciudades del interior y se determinó un nuevo programa de vivienda que establecía condiciones de habitabilidad y materiales de construcción, en cuya ejecución participaron técnicos expertos de organismos mundiales. Del mismo modo, en el puerto de Chimbote se trazó un plan integral de reconstrucción y desarrollo urbano. La presente comunicación tiene por objetivo analizar la incidencia de los devastadores efectos de este sismo en la sociedad peruana, y como el Estado y la cooperación internacional sumaron esfuerzos para ejecutar un nuevo plan urbano regional, con criterios de prevención, que buscaron reducir vulnerabilidades y limitaciones infraestructurales, algo nunca antes ocurrido en la historia de la República.

Los efectos del terremoto de 1970

El 31 de mayo de 1970, a las 15 horas con 23 minutos, se produjo un devastador terremoto de 7.8 grados en la escala de Richter que afectó a 22 provincias de los departamentos de Lima, Ancash y La Libertad, en la costa peruana. El epicentro del sismo se halló a 50 km de la costa, entre las ciudades de Casma y Chimbote, en el Océano Pacífico, y su rango de destrucción alcanzó los X y XI grados en la escala de Mercalli. En total, fue afectado un espacio aproximado de 83 mil kilómetros cuadrados del territorio peruano.

Cabe señalar que dentro de dicha zona afectada se ubica la cordillera Blanca, una cadena de montañas nevadas ubicadas en el departamento de Áncash, que conjuntamente con la cordillera Negra, forman el callejón de Huaylas por el cual fluye el río Santa, el más caudaloso de la costa peruana, y donde se hallan importantes ciudades del departamento, densamente pobladas, como Huaraz (capital), Recuay, Carhuaz, Yungay y Caraz. Esta falla, que alcanza los 200 kilómetros aproximadamente, es el resultado del levantamiento de la Placa Sudamericana por acción del

efecto de subducción de la Placa de Nazca, dentro de la cual se encuentra el nevado más alto del Perú, el Huascarán, con una altura de 6768 metros sobre el nivel del mar. La cordillera Blanca cuenta con 660 glaciares, 330 lagunas y 50 ríos de origen glaciar, además 33 sitios arqueológicos. Desde 1975 fue declarado como espacio natural protegido por el Estado peruano, y en 1985 fue nombrado Patrimonio Natural de la Humanidad (SERNARP 2015). Hoy por hoy es la zona del país más afectada por el cambio climático y una de las más vulnerables a avalanchas glaciares y desbordes de lagunas, ante la ocurrencia de terremotos de gran magnitud, como el ocurrido en 1970.[1]

En efecto, el sismo dejó un saldo de 70 mil muertos, 18 mil de los cuales perecieron en la ciudad de Yungay al ser víctimas de una apocalíptica avalancha que se originó con el desprendimiento de un sector del glaciar norte del nevado Huascarán, el cual se precipitó hacia el valle y descendió a una velocidad de 320 km/h. Así, tres minutos después de haber culminado el sismo, el aluvión enterró por completo a todo el emplazamiento, cuyo origen databa del periodo colonial. En Huaraz, se registraron alrededor de 15 mil fallecidos; y en el principal puerto de la región, Chimbote se tuvo un saldo de 3 mil muertos. Asimismo, toda la infraestructura urbana y rural de



Figura 1
Mapa de la cordillera Blanca y la región Áncash (Fuente: SERNARP)

la región afectada colapsó de manera estrepitosa, dejando a más de 150 mil damnificados y heridos.

El volumen de los daños materiales fue impresionante: se registraron 70 mil viviendas que necesitaban reconstruirse desde sus cimientos;[2] de 38 poblaciones afectadas, 15 quedaron con su infraestructura destruida en más de un 80%, el resto con daños de consideración; en 18 ciudades con un total de 309 mil habitantes y en 81 pueblos con una población de 60 mil personas, los servicios de agua potable y alcantarillado quedaron inhabilitados; la capacidad de energía eléctrica de los departamentos de Áncash y La Libertad quedó reducida a un 10%, debido a los serios daños causados a la Central Hidroeléctrica de Huallanca; el 77% de las vías de comunicación entre Áncash, Lima y La Libertad se vio interrumpida; entre otros daños considerables (CRYRZA 1971: 5).

Ante tales cifras, el desastre de 1970 configura la mayor tragedia de la historia peruana, y a ella se sumaron factores externos como lo accidentada de la geografía de las zonas afectadas y la consecuente incomunicación, lo que determinó el desamparo de regiones enteras durante los primeros días posteriores. No obstante, al poco tiempo se desplegaron las primeras acciones de emergencia por parte del gobierno, haciendo titánicos esfuerzos por llegar a las ciudades y pueblos que requerían de asistencia inmediata. Esta misión contó con una espontánea y masiva colaboración de países y organizaciones internacionales de las distintas partes del mundo, con lo que se puedo prestar paulatinamente el debido auxilio posible. Sin embargo, la tarea inmediata era pensar en un plan de reconstrucción y rehabilitación en el que el gobierno se propuso coordinar de forma conjunta con la sociedad nacional.

Un plan para reconstruir transformando

Es importante acotar que la catástrofe de 1970 se producía en medio de una coyuntura social y política nacional compleja. Desde 1968, el Perú estaba bajo el gobierno revolucionario de las Fuerzas Armadas, surgido a raíz del golpe de Estado que lideró el Gral. Juan Velasco Alvarado. Con la Junta Militar en la dirección estatal, se había iniciado una política de reformas sociales y económicas en todo el país.[3] Sobre la base de medidas autocalificadas como «progresistas», se buscó establecer un nuevo orden económico-

social en el Perú, lo que suponía transformaciones radicales del *status quo* nacional, aumentando considerablemente la propiedad pública, en detrimento de la privada. C. Parodi indica que este *nuevo Estado*, nacionalista, antioligárquico, y socialista no se enmarcaba dentro del marxismo clásico, sino que se trataba de un modelo *orgánico-estatista*,[4] en donde el gobierno tiene un rol integrador, pero a su vez intervencionista (2011: 103). Finalmente, ya a un nivel estrictamente económico, E. Fitzgerald indica que en aquel momento se creó un «capitalismo de estado»; es decir, un sistema mediante el cual el Estado asume la responsabilidad de organizar la inversión, producción y acumulación macroeconómica (1981: 65-97), lo que suponía que la propiedad pública, en muchos casos, reemplazara a la privada en aquellos sectores que resultaban claves para el desarrollo.[5]

Dado este contexto nacional, el terremoto de 1970 acaecía en medio de un amplio proceso de transformaciones institucionales en el país (Contreras y Cueto 2007: 330-333), por lo que sus efectos resultaron profundamente catastróficos. En un mensaje a la nación, algunas de las primeras declaraciones Velasco sobre el desastre aludían a que este se manifestaba coincidentemente en dicho proceso de reestructuración:

> Al pensar hondamente en esta tragedia, es imposible no reparar en el hecho de que ella aconteció cuando vigorosamente nuestro país desarrollaba su esfuerzo revolucionario en pos de los grandes objetivos de una transformación nacional que resume la esencia de los grandes ideales que viven muy profundamente en el corazón de nuestro pueblo. (Álvarez 1970)

Así, al constatar la devastación en muchas ciudades del interior del país, Velasco vio la urgencia de crear la Comisión de Reconstrucción y Rehabilitación de la Zona Afectada (CRYRZA), la cual se conformó con la participación de empresarios y destacados miembros de la sociedad civil, de la Iglesia Católica y de los altos mandos del Ejército. Sus directrices serían comprendidas como órdenes de origen ministerial en calidad de emergencia y de aplicación inmediata.

No obstante, la principal misión que el gobierno le encomendó al CRYRZA era la de «reconstruir transformando las antiguas estructuras socio-económicas de la zona, sacándola del agudo estado de subdesarrollo que la había caracterizado hasta el sismo» (CRYRZA 1971: 31). Para el Estado, esta transformación debía partir por una reconstrucción de las infraestructuras física de todas las provincias, pero principalmente de las comprendidas en el departamento de Áncash. Así, las acciones de planificación fijadas debían comprender un proyecto que sirva de apoyo a un futuro plan de inversiones por parte del Estado. Esta propuesta recibiría el nombre de «Plan de Rehabilitación y Desarrollo de la Zona Afectada por el Terremoto».

Dado que la tarea era la reconstrucción de la infraestructura nacional afectada, esta comprendió distintos sectores del aparato gubernamental, tales como transportes y comunicaciones, energía, agricultura, educación, salud, industria y pesquería, entre otros. Se trataba de la organización de estudios y obras de naturaleza multisectorial que comprometían aún más los esfuerzos conjuntos de cada uno de las carteras del gabinete de ministros. Pero sin duda, uno de los sectores en que incidió con mayor gravedad el terremoto es el de la vivienda, sobre el cual profundizaremos con mayores alcances.

El sector vivienda y construcción

Dado que la masiva destrucción de casas no solo había causado la pérdida de miles de vidas, sino que además había dejado millones de metros cúbicos de escombros por remover y esta una tarea que requería de especial atención. De esta forma, el CRYRZA evaluó los daños estructurales en muchas ciudades del interior de la región y se determinó un nuevo programa de vivienda local que establecía condiciones de habitabilidad y materiales de construcción, en cuya ejecución participaron técnicos expertos de organismos mundiales.

Ante esta situación de emergencia, el CRYRZA coordinó la construcción de casas básicas prefabricadas, en toda la región, de acuerdo a las localidades afectadas. Así se distribuyeron en Chimbote 4800 viviendas; en Huarmey, 600; en Casma, 400; en Barranca, 500; en Huaraz, 1400; en el Callejón de Conchucos, 400; entre otros lugares. Para 1971 se informaba más de 8 mil casas básicas repartidas en Ancash, por un valor de 551 millones de soles. Asimismo, para estimular la participación de la empresa privada en la solución del problema de la vivienda, el CRYRZA diseño un plan de adjudicación de terrenos

eriazos con fines de habilitación urbana para la realización de programas de interés social (CRYRZA 1971: 50).

No obstante, el CRYRZA reconoció que la mayor parte de la reconstrucción de las viviendas iba a ser una tarea particular de los propios pobladores, lo que era una tradición de ya larga data. Ante esta realidad, el planteamiento de la comisión fue la elaboración de un «Manual para la construcción de viviendas con adobe» en el que se explicaban los principios básicos para construir correctamente con dicho material. El mismo comprendía una detalla explicación de cómo se debía seleccionar la tierra, el proceso de elaboración de la masa, la fabricación y dimensiones de los adobes, la manera de colocarlos, la forma de hacer los cimientos, las exigencias de seguridad de las vigas, puertas y ventanas, entre otras indicaciones. El propósito no era otro que el de suplir la aguda escasez de vivienda en medio de la crisis y una rápida solución por parte de la población en el empleo del tradicional material de construcción, el mismo que podía ser utilizado con seguridad, incluso en zonas sísmicas, si se respetaban las prescripciones técnicas.

Cabe señalar que, desde tiempos ancestrales, en los Andes se utilizaron distintos tipos de materiales de construcción, tales como adobe[6] en muchas formas, piedra natural o pulida, barro apisonado o tapial, quincha,[7] etc.; con los cuales se edificaron casas, palacios, fortalezas, murallas, entre otros. Debido a su eficacia, durabilidad y resistencia, dichos materiales fueron utilizados también en las construcciones propias del periodo virreinal, y continuaron en uso hasta el presente (Bueno 2008: 82). Así, para el CRYRZA incluir a estas formas tradicionales de construcción fue central para una rápida rehabilitación de las zonas afectadas.

Parte del plan, desde una perspectiva multisectorial, también comprendía ejecutar una serie de estudios y obras que permitiesen una rehabilitación urbana y rural, que en un mediano y largo plazo, permitiese el desarrollo sostenible de la región afectada. Por ello, se propusieron estudios para la evaluación de los recursos naturales del Callejón de Huaylas, Callejón de Conchucos y la sierra de La Libertad; así como la capacitación para la formación de cooperativas de organización comunal que exploten dichas bondades con asesoría por parte del Estado. Con vinculación al proyecto de Reforma Agraria se daría paso a institucionalización de dicha asesoría con la creación en 1971 del Sistema Nacional de Apoyo a la Movilización Social (SINAMOS) para organizar a la población campesina (Mayer 2009).

Finalmente, una especial atención mereció el puerto de Chimbote, dada la severa afectación que padeció luego del terremoto, quedando con el 50% de su infraestructura arruinada y un saldo de 3 mil muer-

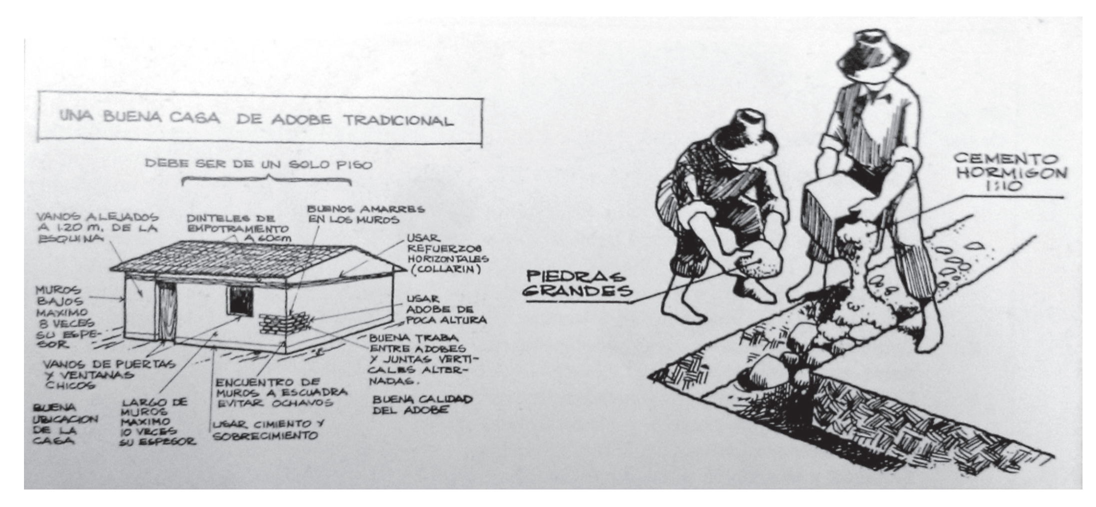


Figura 2
Ilustración para una buena y segura construcción de vivienda en adobe (Fuente: CRYRZA)

tos. Su importancia como enclave económico, industrial y pesquero evidenciaba un exponencial crecimiento urbano y poblacional en un futuro cercano. La proyección para 1980 era que la ciudad albergaría a cerca de medio millón de habitantes, dadas las actividades metalúrgicas y portuarias que se estaban desarrollando, cada vez con mayor inversión nacional y extranjera (CRYRZA 1971: 54).

En vista de esta difícil problemática el CRYRZA decidió trazar un plan integral de reconstrucción y desarrollo urbano, para lo cual creó la Oficina del Plan de Desarrollo Urbano de Chimbote para la ejecución y realización de obras que pudiesen conformar una ciudad organizada y eficiente.

Aun así, el planteamiento de un «nuevo Chimbote» partía de problemas no muy fácilmente superables. El semidestruido puerto, cuya estructura urbana era desordenada y vulnerable ante la ocurrencia de sismos, presentaba dificultades surgidas con el propio proceso de industrialización, tales como la contaminación del aire y del agua, falta de servicios básicos, una extensión caótica de las zonas de vivienda, falta de adecuadas vías de comunicación, entre otros.

El proyecto de desarrollo urbano comprendió una serie de líneas de acción, siendo las más importantes: una solución integral al sistema portuario de Chimbote, un programa de créditos supervisados para la construcción de viviendas, un reglamento nacional de construcciones adecuado a la realidad del valle del Santa, adjudicación de tierras para viviendas de interés social, la reestructuración del casco urbano, una política para el asentamiento de viviendas en áreas de expansión, la determinación de nuevas áreas industriales, entre otras (CRYRZA 1971: 57-58).

Apoyo técnico internacional para la reconstrucción

Sin embargo, todos los esfuerzos del gobierno no hubiesen podido cristalizarse al nivel planificado de no haber contado con el apoyo de distintas instituciones, organismos y Estados, a nivel internacional. A este titánico esfuerzo de solidaridad con los más necesitados se sumó una activa cooperación proveniente de todo el mundo para la entrega de donaciones y créditos que permitiesen la inversión del Estado peruano en las tareas de reconstruir el país. Aquí destacaron los esfuerzos de naciones como la República Federal de Alemania, los Estados Unidos, la Unión Soviética, el Reino Unido, Japón, Chile, Argentina, Cuba, España, Francia, Holanda, Suiza, Suecia, entre otros; junto a instituciones como las Naciones Unidas, la OEA, la UNESCO, Caritas Internacionalis, etc.

Mucha de la ayuda prestada consistió en infraestructura prefabricada para asistir a los damnificados, tanto en viviendas como en hospitales y escuelas. Dados los distintos orígenes de estas fábricas, en todo el callejón de Huaylas coincidieron distintas arquitectu-

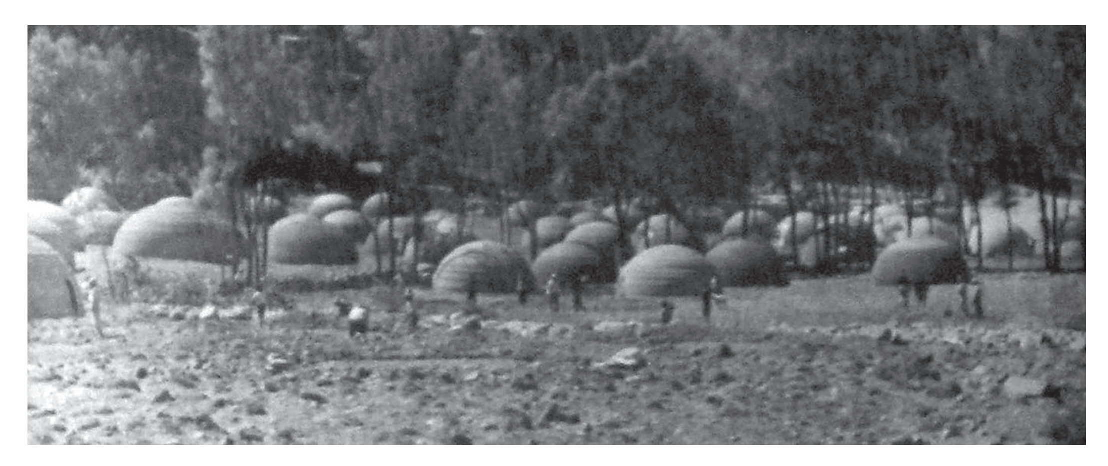


Figura 3
Viviendas provisionales en forma de iglú, donada por la República Federal de Alemanía



Figura 4
Casa prefabricada donada por la Unión Soviética

ras de viviendas provisionales, propias de cada país donante. Las primeras ayudas llegaron desde la Unión Soviética, con 100 casas prefabricadas; del Reino Unido, con cuatro escuelas; de Chile, con 125 viviendas y seis hospitales rurales; de Cuba, seis hospitales rurales; de Alemania Federal, 250 iglús, entre otros proyectos de financiación de este tipo de moradas con recursos de Bélgica, Holanda, Canadá y otras naciones.

Pero la labor reconstructiva más prolongada fue la hecha por los gobiernos de Estados Unidos, Alemania Federal y Suecia. Por intermedio de las Naciones Unidas, se contó el apoyo de la Unidad Técnica Sueca en las tareas de la reconstrucción de asentamientos urbanos en Recuay (CRYRZA 1971: 53). Por su parte, con una activa colaboración de la Primera Dama de los Estados Unidos, la Sra. Pat Nixon, se procedió al traslado de un equipo técnico para la reconstrucción en material noble de la ciudad de Huaraz. (Grassie 1970). Finalmente, un equipo de la Cooperación Técnica Alemana se estableció en la región para trabajos en conjunto con el Estado y la Iglesia católica (Novak 2004: 163).

Conclusiones

En medio de un amplio proceso de transformaciones institucionales y de estructuras socio-económicas en el Perú, un proyecto dirigido por la Junta Militar del Ejército quienes lideraban el país luego del golpe de Estado de 1968, el terremoto de 1970 acaecía en una coyuntura nacional compleja, por lo que sus efectos resultaron profundamente catastróficos, principalmente con un saldo de 70 mil muertos y desaparecidos. Con casi la totalidad de la infraestructura urbana y rural del departamento de Áncash, el gobierno peruano, contando con el apoyo técnico y financiero de organismos internacionales y de naciones solidarias, organizó una asistencia inmediata a los más de 150 mil damnificados en la región.

Así, con la creación del CRYRZA, el Estado peruano organizó un plan de reconstrucción y rehabilitación de las zonas afectadas, el mismo que comprendió una política en el sector vivienda, tanto de obras públicas e infraestructura, como de planificación urbana y rural buscando un desarrollo sostenible a futuro. Más aún, viendo la realidad de que mucha de la fábrica reconstructiva, principalmente en las zonas rurales, sería realizada por los propios pobladores, como era una tradición, el gobierno se organizó un plan de difusión para la promover una adecuada construcción de vivienda en adobe, con especificaciones técnicas sismoresistentes. Esto representa el primer proyecto pos desastre de una normativa de construcción nacional en el Estado peruano.

Notas

1. Para mayor información sobre los efectos del cambio climático en la cordillera Blanca revisar Comunidad Andina de Naciones (2007), M. Carey (2014), entre otros.
2. La cifra no termina siendo del todo exacta, dado que el diario El Peruano anunciaba que el terremoto ha destruido más de 86 mil viviendas en todo el departamento de Áncash. El Peruano, 12 de junio de 1970.
3. Entre los principales procesos de transformación que se siguieron en el gobierno militar estuvieron la Reforma Industrial (1968), la Reforma Agraria (1969), la Reforma Educativa (1972) y la Reforma de los Medios de Comunicación (1974). Para mayor información sobre el proceso político peruano a partir del golpe de Estado por parte de las Fuerzas Armadas, revisar J.M. Caballero (1981), A. Lowenthal y J. Jaquette (1986), entre otros.
4. Parodi señala que el término *orgánico* alude a una visión normativa que indica que los diferentes miembros de una sociedad se combinan armoniosamente para de-

sarrollar todo el potencial de sus individuos; *estadista* porque el gobierno militar sostenía que aquella armonía no ocurrí espontáneamente en el proceso de evolución histórica, sino que, para lograrla, se necesitaba decisiones que provengan desde el Estado, quien lograría unir a la sociedad civil a través de sus reformas. Es decir, constituir un Estado fuerte e intervencionista (2011: 103).

5. Este modelo económico descansaba en la inversión pública y en un creciente papal de un *Estado planificador* del desarrollo, con una consecuente inversión del sector privado en este nuevo entorno de protección. Revisar Parodi (2011: 132-135).
6. El adobe es una pieza para construcción hecha de una masa de barro (arcilla y arena) mezclada con paja, moldeada en forma de ladrillo y secada al sol. De acuerdo a ciertas especificaciones técnicas puede ser muy resistente ante fenómenos sísmicos. Revisar Rubiños (2009).
7. La quincha es un entramado de caña o bambú recubierto con barro, muy eficaz como material antisísmico debido a la elasticidad del entramado, el cual absorbe las vibraciones evitando que se propaguen por el resto de la estructura. Revisar PREDES (1993).

Lista de referencias

Álvarez, Santiago. 1970. *Piedra sobre piedra*. Documental cinematográfico. La Habana.

Caballero, José María. 1981. *From Belaunde to Belaunde: Peru's Military Experiment in Third Roadism*. Cambridge: University of Cambridge, Centre of Latin American Studies.

Carey, Mark. 2014. *Glaciares, cambio climático y desastres naturales: Ciencia y sociedad en el Perú*. Lima: Instituto Francés de Estudios Andinos, Instituto de Estudios Peruanos.

Centro de Estudios y Prevención de Desastres (PREDES). 1993. *La casa de quincha mejorada: cómo construirla*. Lima: PREDES.

Comisión de Reconstrucción y Rehabilitación de la Zona Afectada (CRYRZA). 1971. *Informe Perú: mayo 1971*. Lima: Oficina de Relaciones Públicas CRYRZA.

Comunidad Andina de Naciones. 2007. *¿El fin de las cumbres nevadas?: glaciares y cambio climático en la Comunidad Andina.* Lima: Comunidad Andina.

Contreras, Carlos y Marcos Cueto. 2007. *Historia del Perú Contemporáneo*, 4ª Edición. Lima: Instituto de Estudios Peruanos.

El Peruano. 1970. «El terremoto ha destruido más de 86 mil viviendas en departamento de Ancash». *Nota periodística,* 12 de junio. Lima.

Grassie, John. 1970. *Peru: Quake & Recovery*. Documental cinematográfico. Washington DC: Peace Corp. Action, FedFlix.

Lowenthal, Abraham y Jane Jaquette. 1986. *El experimento peruano en retrospectiva*. Documento de trabajo N° 19. Lima: Instituto de Estudios Peruanos.

Mayer, Enrique. 2009. *Cuentos feos de la reforma agraria peruana.* Lima: Instituto de Estudios Peruanos.

Novak, Fabián. 2004. *Las relaciones entre Perú y Alemania 1828-2003*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Instituto de Estudios Internacionales.

Parodi Trece, Carlos. 2011. *Perú 1960-2000: Políticas económicas y sociales en entornos cambiantes*. Lima: Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico.

Rubiños Montenegro, Álvaro. 2009. *Propuesta de reconstrucción post-terremoto de viviendas de adobe reforzado*. Lima: Tesis Pontificia Universidad Católica del Perú.

Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SERNARP). 2015. *Parque Nacional Huascarán*. Lima: Ministerio del Ambiente. Consulta: 1 de julio de 2015. (<http://www.sernanp.gob.pe/sernanp/zonaturismoi.jsp?ID=16>).

La iglesia de Santa María de Carmona. Hipótesis sobre su evolución tipológica y constructiva desde una perspectiva interdisciplinar

Antonio Luis Ampliato Briones
Juan Clemente Rodríguez Estévez

La Iglesia Prioral de Santa María de Carmona fue construida bajo la influencia de la catedral de Sevilla durante las últimas décadas del siglo XV y primeras décadas del XVI, sufriendo algunas modificaciones importantes tras su planteamiento inicial. Esta comunicación busca reconstruir ese primer planteamiento mediante la revisión de la documentación conservada, la interpretación de un minucioso levantamiento, el análisis de los materiales constructivos y el análisis formal de los elementos estructurales y de la ornamentación arquitectónica.[1]

La Prioral de Carmona y la Catedral de Sevilla

El conjunto arquitectónico al que pertenece la Prioral de Sta. María de Carmona (figura 1) es el resultado de un largo proceso iniciado como mínimo en el periodo almohade, cuando se concibió como mezquita mayor de la ciudad, cristianizada tras la conquista cristiana en 1247 y, finalmente, sustituida en el s. XV. Nada se conserva de todo este extenso periodo salvo las crujías del patio y algunos elementos mudéjares introducidos en ellas (Morales, A. et al. 1981, 363-368). Esto se debe a que en la segunda mitad del XV se activó un ambicioso proyecto gótico cuya larga ejecución concluyó a mediados del siglo XVI. Los paralelismos con la Catedral de Sevilla, por tanto, se extienden hacia atrás en el tiempo con circunstancias y restos conservados similares y se prolongan en la obra nueva. El impulso e inspiración en Carmona parte de la propia sede metropolitana, que acogía entre sus más influyentes canónigos a algunos destacados carmonenses como Maese Rodrigo de Santaella (Hazañas 1900) o Juan de Carmona y Vilches quien, tras recibir el Arcedianato de Carmona, se hizo enterrar en una de las más destacadas capillas góticas del nuevo edificio en 1517 (Hazañas 1918, 488-490).

La catedral de Sevilla, comenzada en 1433 y concluida en 1506, aunque el derrumbamiento del cimborrio en 1511 demoró su cierre definitivo durante unos años (Jiménez 2013), es un edificio concebido todo en piedra, con un gran esfuerzo técnico y económico para una ciudad que carecía de los materiales y la mano de obra especializada necesaria para llevarla a cabo (Rodríguez 1998, 33-48). Aunque la archidiócesis hispalense era una de las más ricas del Reino, tal esfuerzo requirió además de la existencia de una voluntad firme de generar una imagen nueva a la vez que se renunciaba a la tradición constructiva local de la albañilería y la carpintería. Con estos condicionantes de partida, se entiende también que el proyecto arquitectónico de la catedral sevillana se desarrollara desde parámetros inéditos, hasta el punto de que si existe un lugar común significativo con respecto a esta gran obra es precisamente la ausencia de antecedentes tipológicos directos. Es éste un factor que nos interesa destacar de entrada, para conectar directamente con las conclusiones tipológicas finales de esta comunicación.

La Catedral de Sevilla, tal como aparece reflejada en el denominado Plano de Bidaurreta, que con toda

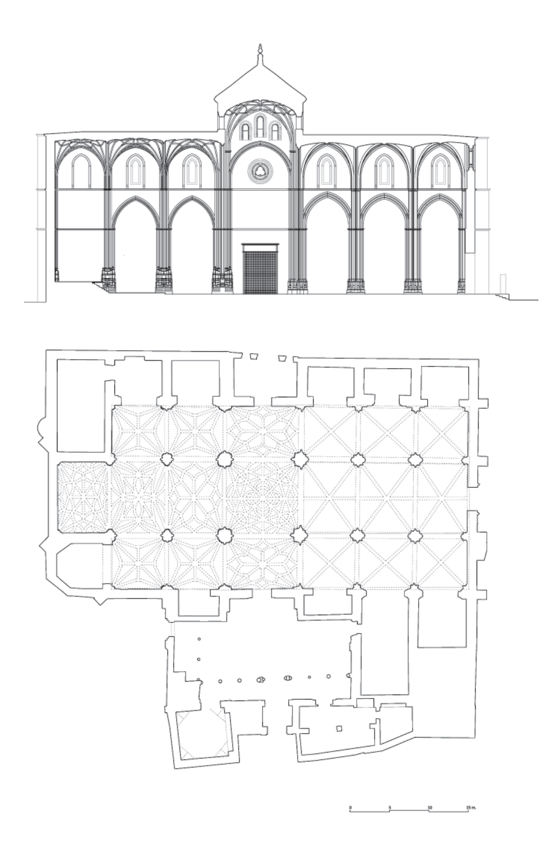


Figura 1
Sta. María de Carmona. Planta y sección longitudinal de estado actual (dibujo de A.L. Ampliato, P. Gimena y E. Acosta, 2015)

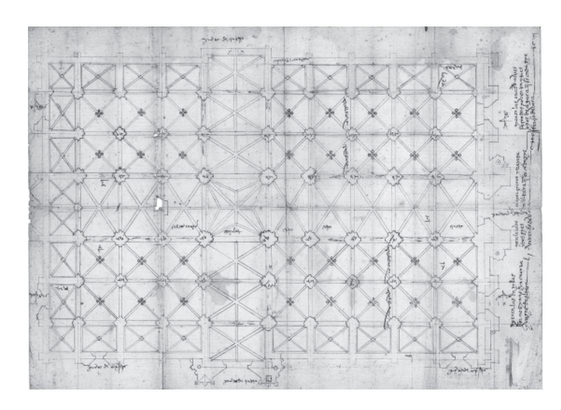


Figura 2
Catedral de Sevilla, plano de Bidaurreta (Alonso y Jiménez 2009)

probabilidad recoge el proyecto original del templo (figura 2), es un gran espacio rectangular de cinco naves y cabecera plana, en cuyo interior se inscribe una cruz de naves altas formada por la nave mayor y el transepto (Alonso y Jiménez 2009). La nave mayor cobija el Coro y la Capilla Mayor, situados a ambos lados del cimborrio y vinculados a través de la vía sacra.[2] La Capilla Mayor se muestra exenta, ocupando el módulo de planta inmediato al cimborrio, rodeada de un deambulatorio perimetral rectangular, un aspecto tipológico que también es necesario en principio destacar.

La experiencia catedralicia sevillana concentró los mayores esfuerzos, económicos, logísticos, técnicos y profesionales del arzobispado durante las décadas centrales del siglo XV y, con la obra ya avanzada, empezó a verse reflejada de muy diversa forma en su extenso territorio, incluyendo las diócesis sufragáneas. Es lo que se ha dado a conocer como Gótico Catedralicio Sevillano, un ciclo constructivo de grandes templos parroquiales en algunas de las más importantes poblaciones de la Baja Andalucía, en el que el templo carmonense ocupa un lugar de honor por su excepcional monumentalidad (Rodríguez 2007, I: 175-255).

Una primera aproximación a la historia constructiva del edificio

En lo esencial, el templo principal de Carmona responde al proyecto tardogótico impulsado en el siglo XV (figura 1). El buque del nuevo templo lo forman tres naves con capillas laterales, dando lugar a una planta rectangular en la que se dibuja la gran cruz formada por la nave central y el crucero. En su disposición actual, esta nave central se prolonga hasta la Capilla Mayor, situada sobresaliendo del perímetro rectangular por la cabecera. En la intersección de las naves altas se erige un cimborrio inspirado en el que diseñara Juan Gil de Hontañón para la catedral hispalense en 1511 tras el derrumbamiento del primitivo.

El edificio carmonense se comenzó por los pies, como la Catedral de Sevilla, aunque utilizando ladrillo en sus paramentos y reservando la piedra para los elementos estructurales y la ornamentación escultóri-



Figura 3
Vista general de los tres primeros tramos de nave (A.L. Ampliato)



Figura 4
Vista de un pilar tipo de la primera etapa (A.L. Ampliato)

ca (figura 3). Hasta alcanzar el crucero, la obra presenta un mayor compromiso con el templo metropolitano. A lo largo de estos tres primeros tramos se elevan pilares fasciculados de base poligonal (figura 4) en los que se observa un detalle muy genuino procedente de la catedral: la línea de capiteles que define la imposta baja presenta decoración vegetal hacia las bóvedas laterales, pero la pierde hacia la nave central, ya que dicha decoración queda reservada para la imposta superior.

Todas las bóvedas de esta parte son de crucería, aunque las de la nave central incorporan un nervio espinazo. Los empujes laterales quedan absorbidos por arbotantes apaisados de traza similar a los del templo metropolitano. En los paramentos de ladrillo se abren ventanas, en las que se puede apreciar un detalle importante sobre el que luego volveremos: la piedra calcárea local, de peor calidad, convive con una presencia selectiva de piedra de El Puerto de Santa María (utilizada en la Catedral de Sevilla), en la franja de capiteles de las ventanas bajas y en el cerco completo de las ventanas altas.

Las características formales del edificio nos permiten afirmar que el proyecto fundacional sólo alcanzó hasta el frente del crucero (figura 3), ya que las obras desarrolladas a partir de ahí y hasta rematar la cabecera y el cimborrio, presentan notables diferencias (figura 5). Los pilares cambian el perfil catedralicio por otro más evolucionado, de planta circular, que en la catedral hispalense aparece ya sólo en la Sacristía de los Cálices, y las bóvedas altas se labran con delicados juegos de combados, ornamentadas con detalles ya renacentistas, mientras que las laterales se cierran con crucerías y terceletes.

La Catedral de Sevilla será el modelo y el motor que activará todo el gótico catedralicio en la archidiócesis, y su cronología impone un marco en el que necesariamente se inscribe el resto de las obras expuestas a su influencia. Ha quedado ya suficientemente documentado que la obra de la Catedral de Sevilla dio comienzo en 1433 (Jiménez 2006, 50-51) y, por tanto, resulta inconcebible ninguna obra a su imagen y semejanza en fecha anterior. Los primeros testimonios relativos a la obra nueva de Carmona se producen en 1495 y nos remiten al comienzo de dicha década. Se trata de la petición que hace el Concejo de Carmona a los Reyes Católicos para que el arzobispo de Sevilla, D. Diego Hurtado de Mendoza, devolviera al mayordomo de la fábrica de Santa María los doscientos mil maravedíes que había tomado



Figura 5
Vista general de la cabecera y pilar tipo (A.L. Ampliato)

de los fondos para la obra. En una cédula recogida por Fernández y López, el concejo argumenta que «dicha iglesia está descubierta cuatro años há é más, é que con el pertrecho que para la dicha obra tiene, está ocupada una calle pública de la dicha villa» (Fernández 1886, 328-329). Por tanto, la obra se hallaba en activo en 1490 y, en 1495, permanecía total o parcialmente descubierta. En un memorial de la misma fecha, referenciado por González Jiménez, el asunto se formula con nuevos matices: «como la iglesia de Santa María desta villa tenía para gastar en la obra della ~~para alargar~~ que convenia mucho ser alargada porque es muy pequeña y el pueblo non cabe enella y estando començado alabrar y cerrada vna calle delas mas prinçipales desta villa» el arzobispo tomó los citados maravedíes de su fábrica.[3]

Sea como fuere, y en un estado no muy avanzado de la obra que, como veremos, confirmarán las noticias relativas a las capillas laterales, el proyecto de Santa María podría atribuirse a Juan de Hoces, maestro mayor de la catedral de Sevilla entre 1478 y 1496, al que vinculamos con algunas de los más destacadas empresas del gótico catedralicio (Rodríguez 2007, 238-241).

Tras la muerte de Juan de Hoces, en 1496, Alonso Rodríguez se hizo con la maestría de la catedral, junto con Simón de Colonia y luego en solitario. Todo parece indicar que su cargo lo habilitaba para dirigir la obra carmonense.[4] En este nuevo periodo, y hasta 1505, la ejecución a pie de obra quedó en manos de Rodrigo de Gibaja, un cantero cántabro documentado en Santa María entre 1497 y 1505 (Fernández 1886, 329-330). Su presencia en la obra encaró un final conflictivo. Por una parte, Gibaja debió afrontar las consecuencias del conocido terremoto de Carmona, producido en la mañana del 15 de abril de 1504, con efectos devastadores (Bernáldez 1870, T. II: 263-266; Bonsor 1918, XVIII: 115-123; González 2006, 167-173). En lo relativo a la iglesia de Santa María, los daños resultaron cuantiosos, ascendiendo a unos 60.000 maravedíes (González 2006, 172-173). Por otra parte, Rodrigo de Gibaja mantuvo duros enfrentamientos con el maestro mayor, Alonso Rodríguez por lo que, el 19 de septiembre de 1505 dirige una carta al Concejo de Carmona para pedirle su apoyo ante el arzobispo ya que, por razones que ignoramos, Alonso Rodríguez había decidido sustituir al maestro en la obra (Fernández 1886, 330). Aparte otras cuestiones, la carta confirma también la implicación del Concejo de Carmona en el proyecto así como la posición dominante del arzobispado sevillano en la toma de decisiones, tanto administrativas como técnicas, canalizadas a través de sus maestros mayores, también maestros del arzobispado. Según Fernández y López, el arzobispo apoyó las tesis de Alonso Rodríguez, sustituyendo a Rodrigo de Gibaja por Antón Gallego,[5] a quien atribuye el desarrollo de la obra hasta concluirla en 1518, afirmación a todas luces exagerada pues, como vamos viendo, sólo pudo llegar la obra a la altura del crucero (Fernández 1886, 328-330).

Por tanto, con una primera traza general atribuible a Juan de Hoces y desarrollada por Alonso Rodríguez, los maestros Rodrigo de Gibaja y Antón Gallego construyeron la mayor parte del edificio hasta el crucero mientras, con un ligero desfase, se van labrando también en estos tramos las primeras capillas laterales. A los pies del templo, en el lado del Evangelio, la Capilla de Santa Marina, actual capilla bautismal, se hallaba en obras en 1505.[6] Frente a ella, en el lado de la Epístola, la de la Encarnación guarda los enterramientos de los Caros y Barredas, atendiendo a la voluntad de Cristóbal de la Barreda, a través de su testamento, redactado en 1507.[7] Junto a esta última, la Capilla de la Prestamera o de la Virgen de la Paz, patrocinada por el arcediano de Carmona, Juan de Vilches, quien fue enterrado en ella en 1517, tal como reza en su lauda sepulcral. La apertura de estos espacios, así como el registro de una procesión en la «capellanía de la Virgen de la Paz», el 24 de junio de

1508, con motivo de la festividad de San Juan (González 1974, 359-389), evidencia que los dos primeros tramos del cuerpo de naves pudieron estar cerrados en la primera década del siglo XVI, para quedar definitivamente terminado el sector completo hasta el crucero una década después.

La figura de Juan de Matienzo, con presencia documentada en 1521, parece estar relacionada con un breve período de transición previo al inicio de una nueva etapa en la obra (Hernández, Collantes de Terán, y Sancho 1953, II: 123-124/239), ya que a partir de 1525 todas las noticias evidencian un notable cambio de planes a partir del crucero. En esta fecha, el Concejo de Carmona aportó cuatrocientos cincuenta y tres mil maravedíes, a los que se sumaron los fondos de la fábrica y numerosas donaciones. Además, con importantes implicaciones para interpretar la evolución del proyecto, se cedieron a la iglesia algunos espacios aledaños con la condición de que en el futuro fueran compensados a la ciudad, ya que la intención ahora es prolongar la iglesia por la cabecera un tramo más, dejando sobresalir del perímetro el volumen de la nueva Capilla Mayor (Fernández 1886, 330-333). La dirección de la empresa recayó en Diego de Riaño, quien se documenta como maestro mayor entre los años 1531-1534 (Hernández, Collantes de Terán, y Sancho 1953, II: 124), aunque su implicación en este nuevo proyecto pudo darse cuando menos desde 1528, año en que comenzó a trabajar para la catedral.

La potencia visual y la coherencia formal y constructiva del planteamiento de Diego de Riaño permiten establecer, sin apenas lagunas, una clara delimitación del alcance material de su intervención, que se extiende a toda la cabecera del templo desde el crucero hasta a la nueva Capilla Mayor (figuras 1 y 5). Si tomamos en consideración que la nave transversal del crucero descansa sobre las líneas 4 y 5 de pilares (contando desde los pies), podemos afirmar que la intervención de Riaño incluye los pilares de la línea 5, mientras que los de la línea 4 fueron ejecutados por sus antecesores. La nave del crucero es, por tanto, asimétrica según su eje, con unas diferencias formales notables entre los pilares de las líneas 4 y 5.

Las huellas de la costura entre la intervención de Riaño y la de sus antecesores son, ocasionalmente, bastante evidentes. Sobre los testeros del crucero (figura 6), se percibe una clara continuidad vertical entre los baquetones de los pilares de la línea 5 y los arcos formeros de las bóvedas. En cambio, sobre la línea 4 aparece una extraña solución: los distintos nervios de la bóveda (formeros, terceletes, cruceros) convergen sobre una imposta a modo de gran plato que remata verticalmente un pilar, que hay que suponer preexistente. Este a modo de punto grueso absorbe y disimula la falta de correspondencia vertical en toda la molduración.



Figura 6
Discontinuidades en los testeros del crucero (A.L. Ampliato)

Tras la muerte de Riaño, en 1534, la obra de Carmona debió transitar por los cauces fijados por el

maestro cántabro tal como sugiere la presencia de Juan de Escalona, documentado como maestro mayor en 1542. Todo parece indicar que se trata del cantero Juan de Calona, que en 1535 recibió el cargo de aparejador de la catedral (Falcón 1980, 137-138) y que mantuvo dicho cargo justamente hasta la fecha en que aparece en Carmona. El templo se concluyó finalmente hacia 1551, después de pasar graves dificultades financieras (Fernández 1886, 331). El estudio de Alfonso Ojeda sobre el programa iconográfico de las bóvedas del templo, y en particular sobre la heráldica contenida en las claves del cimborrio, confirman este extremo, observándose ya el desarrollo de una plástica renacentista (Ojeda 2015).

La arquitectura de Diego de Riaño, mucho más evolucionada, se sale ya, formal y temporalmente, de lo que denominamos Gótico Catedralicio Sevillano, objeto fundamental de nuestra investigación, ciclo al que sí pertenecen los tres primeros tramos de bóvedas ¿Es posible conocer los rasgos esenciales completos de ese primer proyecto gótico más allá de la heterogeneidad de la obra conservada? En las páginas que siguen se ofrecen los resultados de una exploración para la cual se han cruzado diversas fuentes de información, documentales, constructivas y formales, hasta depurar una hipótesis que consideramos suficientemente fundamentada.

El proyecto fundacional y su primera modificación

Circunscribiéndonos ya al edificio gótico catedralicio (tres primeros tramos del edificio actual), podemos sintetizar muy brevemente la información recabada hasta aquí con la presencia de dos maestros mayores sucesivos, Juan de Hoces y Alonso Rodríguez, y dos fases constructivas que casarían bien con la información documental disponible. Resulta posible identificar en la fábrica existente la frontera entre ambas fases (y maestros) y, a partir de ella, algunas características fundamentales de una y otra.

El elemento clave lo encontramos en el encuentro de la línea 4 de pilares con ambos muros exteriores, Epístola y Evangelio (figura 7) La discontinuidad en principio es algo extraña, ya que el nervio crucero de la bóveda que converge en el muro busca el lugar geométrico del baquetón vertical muy por detrás del paramento, a diferencia de los tramos anteriores. La explicación de este hecho viene del propio diseño de los pilares de esta línea 4, cuya pareja central ha sufrido un considerable incremento de volumen, evidentemente relacionado con la preparación del crucero y el cimborrio. Los pilares murales de esta línea 4 resultan ser una traslación literal del pilar central, aunque posicionado más hacia el interior del muro de

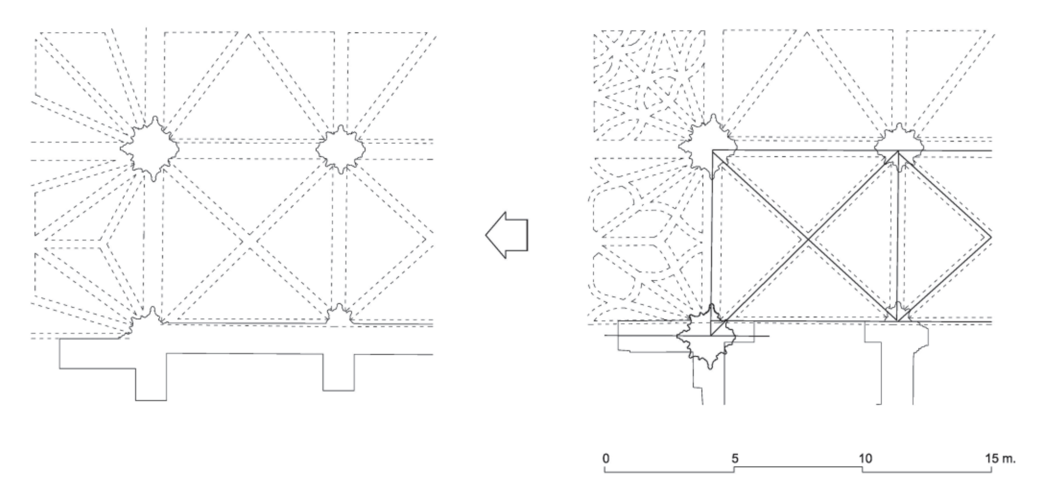


Figura 7
Análisis geométrico de las discontinuidades del crucero (A.L. Ampliato)

lo que teóricamente le correspondería por ejes. De esta forma, el pilar mural mantiene el mismo relieve con respecto al muro de los anteriores pero a cambio de alterar radicalmente la posición de sus baquetones, distribuidos ahora en un pilar teórico considerablemente mayor.

Por la razón que sea, el maestro que proyecta estos pilares de la línea 4, necesariamente distinto del que proyectara los tramos anteriores, prefiere la traslación literal del pilar central al muro antes que la búsqueda de una solución de compromiso con los pilares anteriores de la propia alineación mural, solución de compromiso con los anteriores que sí plantea en los pilares centrales. El carácter simétrico (Epístola y Evangelio) de esta anomalía geométrica subraya su carácter consciente. Cabría pensar que se está prefiriendo mantener la coherencia formal del pedestal completo, muy visible desde el espacio central del crucero (figura 8), antes que solucionar un desencuentro geométrico en los nervios de la bóveda, bastante más difícil de advertir por su posición esquinada y en penumbra.

Las características de los pilares de la línea 4 nos hablan directamente de una magnificación del crucero con respecto a lo inicialmente previsto (tal vez la elevación de un cimborrio con el que no se contaba) o incluso de la propia introducción de una nave transversal no prevista desde un principio, aunque esta segunda opción es menos razonable dadas las proporciones de lo construido (cuestión cuyo análisis queda por ahora pendiente). Las propias bóvedas del tercer tramo de la iglesia presentan ligeras diferencias con las de los dos tramos anteriores, siendo la más significativa el cordón trenzado que adorna sus claves. Como cabría esperar por la propia lógica constructiva, estas bóvedas del tercer tramo (central y laterales inmediatamente anteriores al crucero) están labradas en sincronía con los pilares de la línea 4. Todos estos cambios de planteamiento se sitúan cronológicamente en el periodo bajo la dirección de Alonso Rodríguez.



Figura 8
Pedestal y capitel del pilar mural de la línea 4 (A.L. Ampliato)

La traslación del pilar central al muro lateral, y su posición resultante (figura 7), nos permite determinar que el crucero previsto, y no construido, debería sobresalir ligeramente del perímetro rectangular de la iglesia, al menos hasta alcanzar el baquetón correspondiente al arco formero. Diego de Riaño anularía posteriormente este relieve del crucero por lo que, en lo construido, el baquetón del pilar 4 que queda más cercano al muro se correspondería teóricamente con el nervio crucero previsto, y no con el actual formero de Riaño como aparenta (figura 6). La disposición de un crucero ligeramente saliente sigue claramente el modelo de la catedral de Sevilla reflejado en el Plano de Bidaurreta (figura 2).

Con todo ello, podemos plantear una reconstrucción formal del crucero tal y como se concibió cuando la obra se cerró en su primera fase (figura 7). Es importante volver a observar que el maestro responsable de estas modificaciones mostraba en el diseño de sus pilares centrales y en sus bóvedas, una clara voluntad de continuidad con lo precedente. Puede afirmarse que su labor se integraba en una tradición que con Diego de Riaño se interrumpiría definitivamente.

Diferencias formales y materiales en las ventanas altas

La hipótesis sobre dos fases sucesivas dentro de la etapa gótico catedralicia, una para los dos primeros tramos de bóvedas y líneas de pilares 1 a 3 y otra para el tercer tramo de bóvedas y línea 4 de pilares, puede confirmarse por la lectura de discontinuidades en los muros superiores de la nave central. En la figura 9 vemos el tramo de muro alto de la nave central entre las líneas 3 y 4 de pilares. De nuevo debemos resaltar que estas observaciones son



Figura 9
Discontinuidades en los paramentos altos angulares al cimborrio (J.C. Rodríguez y A.L. Ampliato)

estrictamente simétricas, a ambos lados de la nave central. También es necesario observar que todas las zonas altas de la fábrica de ladrillos están gravemente afectadas por las modificaciones barrocas de la cubierta.

En la ventana de la imagen existen varias discontinuidades. Por un lado, formales, puesto que su capitel derecho pertenece estilísticamente a la misma serie que los de los tramos anteriores de su mismo costado, mientras que el capitel izquierdo es de una factura completamente distinta. Por otro lado, en el cerco de la ventana se puede distinguir perfectamente un cambio de material pétreo un poco por encima del capitel derecho. La parte inferior derecha es de piedra de El Puerto, mientras que por encima y toda la parte izquierda es de piedra local. Recordemos que los cercos pétreos de las primeras ventanas son íntegramente de piedra de El Puerto mientras que, avanzada la obra, ésta parece abandonarse definitivamente a favor de la local, mucho más asequible aunque de peor calidad.

Estas discontinuidades que observamos tienen que ver directamente con el proceso de acodalamiento provisional propio de una obra de arcos y bóvedas construida por tramos. Para finalizar cada tramo es necesario estribar provisionalmente los pilares con unos machones que en los documentos de la obra de la Catedral de Sevilla se denominan «escaçabes» (Pinto 2007, 106-107), incluyendo, cuando es posible, fragmentos de tramos murales previstos. Las discontinuidades de este paramento, como las anteriores en la geometría de la planta, nos hablan de una ejecución de la bóveda del tramo 2 anterior, y con distinta factura, a la de la bóveda del tramo 3.

Un estribo diagonal y reconstrucción del proyecto gótico catedralicio

Para finalizar estas observaciones, que nos llevan poco a poco a la construcción de una hipótesis sobre el planteamiento original gótico-catedralicio del templo, prestaremos ahora atención a un estribo diagonal que aparece en la esquina noreste de la actual cabecera (figura 10 y figura 1, esquina inferior izquierda de la planta). La posición relativa al conjunto del edificio, y la geometría en planta de un estribo diagonal como este sólo tiene una lectura posible: ese estribo marca la esquina de un espacio salón, donde las bóvedas de la nave lateral y de la nave central, al menos en este tramo, tienen necesariamente la misma altura. Si el sistema de bóvedas fuera escalonado, con la central más alta, el estribo tendría que recibir arcos



Figura 10
Vistas del estribo angular de la esquina noroeste (A.L. Ampliato)

arbotantes y la posición diagonal sería geométricamente contraproducente. De hecho, la parte superior de este estribo nos habla precisamente de un cambio de planes, ya que al sobre elevar la bóveda central surge la necesidad de disponer arbotante. Por ello, el estribo se corrige posicionalmente en su tercio superior y se retranquea ligeramente para encontrar apoyo vertical en el muro. Por tanto, podemos afirmar que en un primer planteamiento, al que correspondería el estribo diagonal (desde cimientos hasta la altura que llegara a construirse inicialmente), el tramo de bóveda correspondiente de la nave central no sería originalmente tan alto sino que tendría la misma altura que las naves laterales.

Como vimos, sabemos documentalmente que la propuesta de Diego de Riaño supuso la ampliación de la iglesia por la cabecera, ocupando espacio público. El primitivo proyecto para la iglesia, por tanto, sólo podría llegar hasta el muro transversal en cuyo extremo se sitúa el estribo diagonal que analizamos. Desde un punto de vista tipológico, esta posición del estribo tiene dos consecuencias importantes. En primer lugar, la existencia de un primer planteamiento con cabecera recta y bóvedas de igual altura en el último tramo. En segundo lugar, la conclusión de que estas últimas bóvedas conformarían un deambulatorio recto alrededor de la única posición posible para la Capilla Mayor originalmente prevista, en el primer tramo de la nave central inmediato al crucero. Esta posición de la Capilla Mayor, y su dimensión relativa, resultan idénticas a la que tuvo, antes de su modificación ya en el XVI, la Capilla Mayor de la Catedral de Sevilla, tal y como se refleja en el Plano de Bidaurreta (figura2), en el que aparece señalada con un breve texto alusivo.

Todas las observaciones y datos recogidos hasta aquí nos permiten finalmente plasmar una hipótesis tipológica para el conjunto de la planta y la sección principal del proyecto gótico catedralicio para Sta. María de Carmona (fig. 11). De esta manera nos encontramos sintetizada y depurada, en Carmona, reducida a tres naves longitudinales y seis tramos de bóvedas, la estructura tipológica básica de la gran catedral hispalense, con una vía sacra situada en el centro de un sistema de naves que la rodean completamente, incluyendo un deambulatorio plano en la cabecera.

Para hacer posible la materialización de estos dibujos se ha repetido simétricamente en la cabecera la disposición y formato de los pilares de los pies en planta, se ha reducido un grado la complejidad del abovedamiento y se ha introducido un sistema de remates exteriores similares a otros edificios del ciclo, derivados todos de los de la propia catedral sevillana. Igualmente hemos suprimido las capillas laterales, sin duda previstas pero sujetas a las iniciativas de los donantes, en fases sucesivas. Ninguna de estas decisiones tiene más intención que la de permitir visualizar el objetivo principal de esta investigación, que no es sino la identificación de una disposición tipológica inédita, que sólo encontrará desarrollo posterior en el periodo renacentista, siendo probablemente el ejemplo más notable y directamente comparable el del proyecto que realizara y ejecutara en lo principal Andrés de Vandelvira para la Catedral de Jaén, ya en la segunda mitad del XVI.

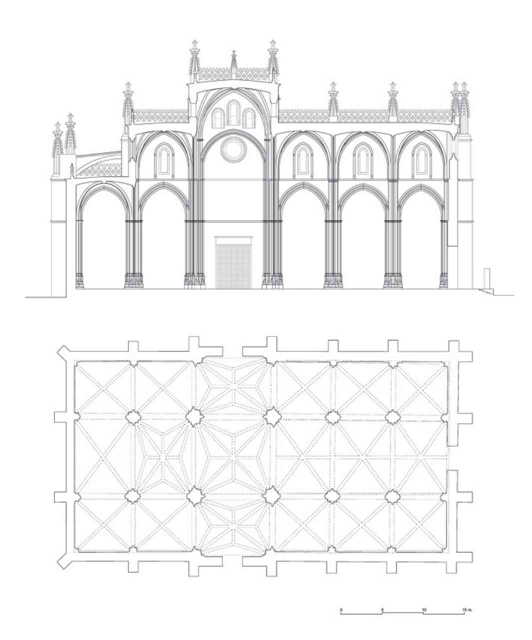


Figura 11
Hipótesis de planta y sección del templo gótico catedralicio (A.L. Ampliato y J.C Rodríguez, 2015)

Notas

1. Proyecto I+D: *Gótico Catedralicio Sevillano. Arquitectura y ciudad en los ámbitos de influencia de la Catedral de Sevilla* (Ref. HAR2012-35152, IP: Antonio Luis Ampliato Briones).

2. Sobre posibles raíces simbólicas de la vía sacra, y su traslación arquitectónica, al hilo de la obra de Nicolás de Lyra: Pereda 2005, 21-52; Ampliato 2006, 385-388.
3. Transcrito en González 1976-1981, II: 181. Nueva transcripción realizada por J.C. Rodríguez a partir del original localizado por A. Ojeda (Archivo Municipal de Carmona. Actas Capitulares 1495, Legajo actual nº 12. Fol. 225v).
4. En su testamento, redactado el 19 de junio de 1506, Alonso Rodríguez afirma que la fábrica de Santa María de Carmona le debía el sueldo correspondiente a la totalidad de 1505 y el primer semestre de 1506. No obstante, su vínculo con dicho edificio debió extenderse a los años en que regentaba el cargo de maestro mayor de la catedral hispalense (López 1928, 172-172).
5. El nombre de Antón Gallego aparece tallado en las cercanas canteras de la Cueva de La Batida, con fecha de 1518, así como (sin fecha) en su lápida sepulcral, junto a la reja del coro.
6. Este espacio fue patrocinado por el clérigo Andrés Martín Castellanos para su enterramiento y el de sus descendientes, tal como se recoge en su testamento; en el cual se menciona –además– que proporcionó Alonso Rodríguez, «maestro mayor de la yglesia de Sebilla quinse sillares blancos para la obra de la dha capilla» (APSMC, Archivo Parroquial de Santa María de Carmona. «Libro de Protocolos e Fundaciones de Capellanías de Nuestra Señora Santa María de Carmona», 1-8). Agradecemos a Alfonso Ojeda, miembro del proyecto I+D, la cesión de estos valiosos documentos.
7. Cuando Sebastián de la Barreda redacta su testamento, la capilla aún no se había construido, pero debió iniciarse poco después, pues su hermano Antón cita la capilla en su testamento, redactado en 1508 (APSMC. «Libro de Protocolos e Fundaciones de Capellanías de Nuestra Señora Santa María de Carmona», fs. 53-79).

Lista de referencias

Alonso, B. 2005. «El cimborrio de la *Magna Hispalense* y Juan Gil de Hontañón». En *Actas del Cuarto Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, (Cádiz, 27-29 de enero de 2005). Madrid, I: 21-33.

Alonso, R.; y A. Jiménez. 2009. *La traça de la Iglesia de Sevilla.* Sevilla.

Ampliato, A.L. 2006. «Una aproximación hermenéutica al espacio catedralicio sevillano». En *La catedral gótica de Sevilla. Fundación y fábrica de la* obra nueva. Sevilla, 349-408.

Ampliato, A.L., y J.C. Rodríguez Estévez. 2015. «Un nuevo levantamiento arquitectónico y algunas hipótesis de base para el estudio de la iglesia prioral de Carmona». *Laboratorio de Arte,* 27: 2015 (en prensa).

Bernáldez, M. 1870. *Historia de los Reyes Católicos,* Sevilla, II.

Bonsor, J. 1918. «El terremoto de 1504 en Carmona y Los Alcores». En *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural,* XVIII: 115-123.

Carmona, J.Mª. 2012. *Bibliografía General de Carmona,* Sevilla.

Falcón, T. 1980. *La catedral de Sevilla (Estudio arquitectónico).* Sevilla.

Fernández y López, M. 1886. *Historia de la ciudad de Carmona,* Sevilla.

Gómez, S. 1890. *Memorias de un monumento.* Sevilla.

González, M. 1973. *El concejo de Carmona a fines de la Edad Media (1464-1523).* Sevilla.

González, M. 1974. *Archivo de la Universidad de Beneficiados. Catálogo de documentación medieval.* Sevilla.

González, M. 1976-1981. *Catálogo de documentación medieval del Archivo Municipal de Carmona (1475-1504).* Sevilla, II.

González, M. 2006. *Carmona medieval.* Sevilla.

Hazañas, J. 1900. *Maese Rodrigo Fernández de Santaella, fundador de la Universidad de Sevilla.* Sevilla.

Hazañas, J. 1918. *Vázquez de Leca. 1573-1649.* Sevilla.

Hernández, J.; Fr. Collantes de Terán; y A. Sancho. 1953. *Catálogo Arqueológico y Artístico de la provincia de Sevilla.* Sevilla, II: 123-124/239.

Jiménez, A. 2006. «Las fechas de las formas. Selección crítica de fuentes documentales para la cronología del edificio medieval». En *La catedral gótica de Sevilla. Fundación y fábrica de la* obra nueva. Sevilla, 17-113.

Jiménez, A. 2013. *Anatomía de la catedral de Sevilla.* Sevilla.

López, C. 1928. *Arquitectos, escultores y pintores vecinos de Sevilla.* Sevilla, 172-172.

Morales, A. et al. 1981. *Guía Artística de Sevilla y su provincia.* Sevilla, 363-368.

Ojeda, A. 2015. «El programa iconográfico del cimborrio de la iglesia de Santa María de Carmona». En *1514. Arquitectos tardogóticos en la encrucijada.* Sevilla [en prensa].

Pereda, F. 2005. «Le origini dell›architettura cubica: Alfonso de Madrigal, Nicola da Lira e la Querelle Salomonista nella Spagna del Quattrocento». En *Annali di Architettura,* 17: 21-52.

Pinto, F. 2006. «Fábrica y forma del templo gótico». En *La catedral gótica de Sevilla. Fundación y fábrica de la* obra nueva. Sevilla, 209-295

Pinto, F. 2007. «La construcción de la catedral de Sevilla». En *La piedra postrera*. *Simposium Internacional sobre la catedral de Sevilla en el contexto del gótico final.* Sevilla. I: 83-113.

Rodríguez, J.C. 1998. *Los canteros de la catedral de Sevilla. Del Gótico al Renacimiento.* Sevilla.

Rodríguez, J.C. 2007. «El gótico catedralicio. La influencia de la catedral en el arzobispado de Sevilla». En *La pie-*

dra postrera. Simposium Internacional sobre la catedral de Sevilla en el contexto del gótico final. Sevilla. I: 175-255.

Rodríguez, J.C. 2014. «La iglesia de Santa María de Carmona en el contexto del gótico catedralicio sevillano». En *IX Congreso de Historia de Carmona. Urbanismo, arquitectura y patrimonio en Carmona,* 26-28 de sept. de 2013. Sevilla, 249-278.

Ruiz, J.A et al. 2010. *La prioral de El Puerto de Santa María. El proyecto gótico original.* Sevilla.

Sánchez, J. 1992. «Sevilla medieval y Sevilla del Renacimiento». En *Historia de la iglesia de Sevilla.* Sevilla, 101-299/303-513.

Transformaciones tipológicas de la ingeniería de la construcción americana y su influencia en la arquitectura europea. 1950-1975

Jesús Anaya Díaz

La implantación de nuevas tecnologías y materiales de construcción en la postguerra de la segunda guerra mundial del siglo XX, será contemporánea también con las exigencias de aplicación de nuevos programas y la necesidad de desarrollar tipos de construcciones en altura, grandes luces y tamaños, características tipológicas no experimentadas hasta ese momento en el ámbito de la ingeniería y la arquitectura. Los ingenieros y arquitectos se verán obligados a afrontar la resolución de tales retos, con nuevos conocimientos científicos y técnicos que se desarrollarán paralelamente a la evolución de las nuevas técnicas constructivas.

La construcción de la arquitectura en altura así como las construcciones de grandes luces, se convertirán en Estados Unidos de América, en modelos experimentales donde evaluar los más novedosos métodos de cálculo así como desarrollar las tecnologías más avanzadas de aplicación y puesta en obra del material, y en manos de arquitectos como, Wright. Saarinen, Breuer, Goldsmith, Bunshaft, Khan, e ingenieros como Weidlinger, Severud, Elstad, Krueguer, Komendant, Kahn, Ammann, Whitney, Samuely, Le Messurier, entre otros, darán forma a una obra que irá conformando la evolución de los tipos estructurales y constructivos.

El conjunto de soluciones técnicas de la ingeniería americana en acero, aluminio y hormigón que se aplicarán en las edificaciones en altura y en edificaciones de grandes luces, así como su evolución tipológica hacia una nueva definición estructural, constituye un fundamento de la base documental para la investigación sobre la interpretación de la aplicación de los nuevos sistemas estructurales y constructivos en la producción de la arquitectura europea del tercer cuarto del s. XX, identificando al tiempo las transformaciones que los nuevos materiales y sus técnicas de aplicación, aportaron al desarrollo y divulgación de las nuevas soluciones espaciales y tipológicas

Por esta razón demandan un análisis pormenorizado que viene a completar el conocimiento de una relevante etapa de la ingeniería de construcción de la arquitectura contemporánea.

El comienzo de la década de los 50 del siglo XX en Estados Unidos vendrá señalado por el impacto económico heredero de la Segunda Guerra Mundial, así como los efectos económicos de la Guerra Fría y las implicaciones que tendrá con el conflicto de la Guerra de Korea comenzado en junio de 1950. La actividad económica y productiva del país se proyectará fundamentalmente sobre la manufactura de bienes de equipo para la industria militar así como un programa de inversiones en construcciones estratégicas y militares y cuya dedicación se proyectará en el diseño y construcción de aeropuertos como bases militares, grandes hangares y edificaciones industriales para la fabricación de armamento, acaparando tanto el presupuesto de inversión Federal como la adjudicación de las cantidades más importantes de materiales de construcción cuya restricción se hará notar en la industria de la construcción (Dodge 1950).

A principio de los 40, los arquitectos e ingenieros, investigarán sobre soluciones estructurales en tres áreas caracterizadas por su modo de comportamiento tensional; estructuras a compresión (láminas, thin shells); estructuras a tensión (estructuras de redes de cables, cable-net structures, tensegrity); y estructuras tension/compression (reticulated structures, spaces grids or frames and geodesic domes). Estas categorías comprenderán los ámbitos de investigación que los ingenieros y arquitectos de los años 40 y 50 van a experimentar con la convicción de obtener diseños altamente económicos desde el uso de material, como el elevado nivel de fiabilidad en cuanto al comportamiento estructural, considerando los problemas de deformabilidad como condición previa de diseño e identificando las soluciones estructurales de trabajo simple, como fórmulas de determinación de líneas estructurales de líneas de fuerza, y puntos de aplicación de las resultante. (Bradshaw, R.; Campbell, D., and Gargari, M. 2002).

Las construcciones estratégicas realizadas por los departamentos federales y militares norteamericanos se proyectarán a resolver un problema de escala. Las exigencias para cubrir grandes factorías de producción masiva de aeronaves y de barcos, impondrán resolver grandes luces libres de pilares así como espacios completamente diáfanos para el aparcamiento de aviones y su libre movimiento, que incorporarán las investigaciones sobre estructuras soldadas, que habían desarrollado ingenieros como Felix Samuely en Inglaterra (Yeomans 2003).

El origen de las construcciones de grandes espacios industriales diáfanos puede situarse en las soluciones que Albert Kahn había realizado desde los comienzos del siglo. La solución de vigas de gran canto con diagonales y montantes de acero conformando una malla ortogonal se difundirá como solución económica para la cubrición de grandes luces y así será asumida por los servicios de ingeniería de la Navy Department construyendo una Aircraft Factory en Lake Washington en 1939 al comienzo de la Segunda Guerra Mundial para la producción de los Boeing Sea Ranger, y más tarde convirtiéndose en la factoría de producción de los B-29 Super Fortess, diseño que se realizó por el US Marine Corps. (Bowers 1989)

La solución de las vigas estaba diseñada considerando vigas continuas en las dos direcciones y definiendo en el entramado una estructura completamente rígida que permitirá grandes vuelos en dos de sus



Figura 1
Aircraft Factory en Lake Washington. 1952. Albert Khan, US. Navy Department.(AF.1952)

fachadas. Esta solución de grandes cantos evolucionará en los diseños de la oficina de Kahn hacia estructuras soldadas definidas mediante perfiles de acero y arcos soldados en pórtico rígido, estableciendo una solución con menor superficie de cubrición y cerramiento de las edificaciones a la vez, que empleaba una menor cantidad de material y un menor número de sistemas de unión (Matte.1952)

Las soluciones trabajando a compresión que se generalizarán en los años 50 a través de diseños de bóvedas y superficies hiperbólicas hypar, habían tenido su origen en el desarrollo de grandes hangares utilizando la solución de arcos parabólicos mediante entramados de madera, cuyos sistemas de unión se empezarán a aplicar metálicos. La estabilización de soluciones estructurales de arcos llevará a los ingenieros a definir un sistema de estabilización lateral de arriostramientos de nudos cuyo resultado se asimilará al de las estructuras espaciales. (Michaels 1950).

Entre los ingenieros que resolverán y diseñarán sofisticadas y muy perfeccionadas estructuras de arco se encontrará Fred N. Severud, ingeniero noruego que emigrará a Estados Unidos en 1923 y que en 1928 fundará en Manhattan el Severud-Elstad-Krueger Associates, oficina técnica que desarrollará y colaborará con un amplio número de arquitectos sobresalientes en el periodo del tercer cuarto del siglo XX norteamericano.

En el ámbito de los arcos de grandes luces en los años 40, proyectará arcos de doble ala biarticulados resolviendo el arriostramiento de dichos arcos mediante vigas Vierendeel transversales construyendo por tanto una solución muy rígida con estricto control de deformabilidad. Un ejemplo significativo será el US Army

Hangar at Tucson en Arizona con luces de 160 ft cuyos arcos se construyeron en madera laminada. Esta experiencia le llevará a construir el que será la mayor arena del mundo en su tiempo el Charlotte Center City, inaugurado en 1955. Una estructura de planta circular de vigas prefabricadas en el terreno y levantadas con grúa cuyo diámetro mayor se postesará para contrarrestar los esfuerzos horizontales de la cúpula.

Severud va a desarrollar una ingeniería de idea en el Dorton Arena en Raleigh, North Carolina proyectado por el arquitecto polaco Maciej Nowicki. Representará una de las primeras soluciones estructurales de cubierta suspendidas más avanzadas, que junto con el proyecto del Yale University Hockey Ring, New Heaven, Connecticut diseñado por el arquitecto Eero Saarinen definirá modelos de estructuras a tracción, cuyo interés atrajo a Frei Otto en su viaje a Estados Unidos para estudiar las soluciones en el despacho del ingeniero.

El aprovechamiento de las soluciones de superficies hypar definidas a partir de catenarias como directrices constructivas, servirá para avanzar una tipología en la que el sistema de suspensión será estabilizado por el sistema de soporte, es decir por las superficies del sistema de cubrición, reutilizando la solución de arcos cruzados Severud va a transformar el sistema de equilibrio de las estructuras de suspensión por cables, estabilizadas mediante cables a tracción, en una estructura cuyo sistema de suspensión trabajará a tracción y cuyo sistema de sustentación trabajará a compresión, mediante dos arcos cruzados de hormigón pretensados en su base para equilibrar los giros entre ambos.

Pero serán dos artículos del mismo año 1954 los que causarán un importante impacto por sus consecuencias teóricas y prácticas, los artículos de Félix Candela en la revista Progressive Architecture. (Candela 1954). El otro artículo que estudiará el comportamiento y analizará las soluciones constructivas de las láminas se publicará por Mario Salvadori en la revista Architectural Record. (Salvadori 1954). El artículo de Candela estaba incluido en una revista cuya introducción del editorialista había titulado «Toward new structural concept» y cuyo desarrollo editorial mostrará en el número de junio de 1954 un conjunto de nuevas soluciones estructurales, así como sus aplicaciones arquitectónicas construidas.

Candela mostrará las más significativas obras que había realizado en los primeros años 50 en México,



Figura 2
US Pavilion. 1967. Montreal World`s Fair. Buckminster Fuller (RA.1967)

cuyo impacto en el ambiente arquitectónico y de la ingeniería norteamericana será extraordinariamente notable, e influirá en muchas obras de ingenieros y arquitectos a lo largo del decenio de los 50. Salvadori desarrollará contemporáneamente un análisis teórico del comportamiento estructural de las superficies y de láminas finas a partir de sus definiciones geométricas, estableciendo análisis comparativo a partir de las transformaciones y deformaciones geométricas de superficies parabólicas hiperbólicas de uno y dos radios de curvatura. Siendo relevante la correspondencia que establecerá entre cargas, fuerzas y la geometría de las superficies consideradas. (Bradshaw 2002).

No podemos olvidar que estas singularidades estructurales son contemporáneas con otras dos vías de desarrollo constructivo en Norteamérica y cuyos modelos más representativos darán como resultado por una parte al desarrollo de las estructuras de esqueleto y su evolución en altura, y de otra las estructuras espaciales de construcción ligera, cuyo más significativo representante serán las estructuras geodésicas de Buckminster Fuller.

La divulgación de las estructuras espaciales en los años 40 en Estados Unidos se había producido de la mano de Konrad Wachsmann y Paul Weidlinger con el diseño para la construcción de grandes hangares para la US Navy. Buckminster Fuller desarrolló la

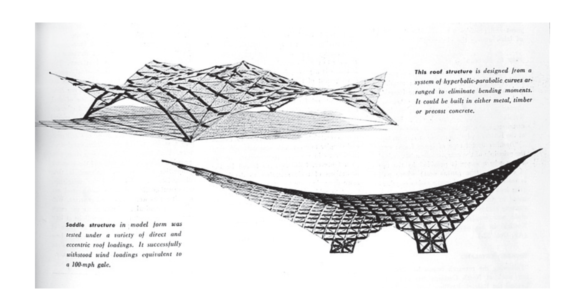


Figura 3
Estudios sobre estructuras espaciales. «Symposium Space Frame Discussed».1952.Eduardo Catalano. (AF.1953)

solución de Geodesic Domes, recibiendo la patente para su estructura espacial Building Construction Geodesic Domes en 1951, completando y construyendo la solución de estructuras espaciales bicapa en la Montreal World`s Fair, con la construcción del U.S. Pavilion en 1967.

La condición que valorará Buckminster Fuller en la defensa de sus geodesic domes será el establecimiento de una geometría capaz de dividir uniformemente una forma pura como la esfera. Una idea que interpretará la división uniforme homogénea de una forma, como el sistema capaz de establecer una distribución homogénea de fuerzas, disipando la energía con tensiones mínimas en cada punto de su superficie. (Fuller 1955)

El interés por el análisis y la correlación entre geometría y tensiones de esfuerzos estructural inclinará a los ingenieros y arquitectos americanos hacia el estudio en dos direcciones diferentes. En primer lugar un análisis de las condiciones geométricas de las distintas formas conocidas de las geometrías euclídeas planas y geometrías espaciales regladas y no regladas, cuyo análisis mediante ecuaciones paramétricas se difundirán en singulares estudios en las publicaciones contemporáneas. (Howard 1955)

En otro sentido, el valor del material se identificará con las capacidades económicas de construcción pero también y a su vez con soluciones constructivas que avalarán formas estructurales autorresistentes impulsando en este campo el uso del hormigón armado que en toda la década de los 50 evolucionará desde las soluciones de láminas hasta las estructuras pretensadas de hormigón armado, herederas de los desarrollos y avances de las tecnologías del pretensado europeo.

El ingeniero August Komendant será un pionero del hormigón pretensado en Estados Unidos, las aplicaciones de su teoría se concretarán en varias obras paradigmáticas del movimiento moderno arquitectónico. La propuesta de Louis Khan de la City Tower en 1952 para el Instituto Americano del Cemento ACI definiendo la estructura de hormigón pretensado para una torre de estructura espacial, establecerá el alto nivel de experimentación e innovación a la que recurrirán arquitectos e ingenieros en la situación de crisis en que se encontraba Norteamérica. Otras dos obras fundamentales para una interpretación de la arquitectura del movimiento moderno norteamericano y que tendrán extraordinaria influencia en el ámbito europeo serán los Richard Medical Laboratory construidos en Connecticut de 1958 y la obra paradigmática, transformadora de un concepto tipológico como es el de la bóveda, representada en el diseño y construcción de las bóvedas de directriz cicloide de Fort Worth, el museo Kimbell.

En ambos casos la aplicación de la nueva tecnología trasgrede y establece la desaparición del concepto tipológico del diseño realizado, de una parte la estructura de esqueleto cuya condición original racionaliza el trabajo a la flexión, definiendo unos nudos rígidos que habían interpretado el concepto del nuevo modelo industrial en la arquitectura del movimiento moderno, y de otra parte la transformación de una bóveda que pretensada actuará como una estructura de viga, una lámina autor resistente trabajando exclusivamente a compresión. (Anaya 2013)

En el campo del análisis del material como formulación en los principios de diseño para establecer una economía de construcción se situarán los estudios, las propuestas que los ingenieros Othmar, H. Ammann y Charles S. Whitney desarrollarán sobre las soluciones de formas estructurales simples de doble curvatura, construidas mediante láminas delgadas y cuyos antecedentes teóricos se situaban en el análisis de tableros de la ingeniería de puentes. (Ammann & Whitney 1955)

El planteamiento de la forma estructural como solución constructiva y arquitectónica unitaria se va a discutir en una relevante reunión a la que acudirán, reunidos por la revista Architectural Forum en 1952, arquitectos como Walter Gropius, Paul Rudolph, Buckminster Fuller, Konrad Wachsmann, e ingenieros tan relevantes como Isadore Thompson, Whitney, Robert le Ricolais, Fred Severud, Eduardo Catalano

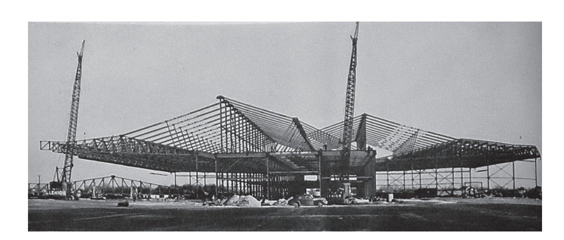


Figura 4
Hangar Ildewild Airport New York.1954. O.Ammann & Ch.Whiteny. Port of New York Authority´s Department of Engineer. (PA.1954)

y Felix Samuely. El debate bajo el epígrafe Space Frame Discussed establecerá fundamentalmente los nuevos criterios y las capacidades de las estructuras consideradas en las tres direcciones del espacio, frente a las soluciones planas tradicionales hasta ese momento. Los análisis tendrán como protagonista el texto de Ashdown que había tenido una gran proyección entre los ingenieros estructurales y que desarrollaba las posibilidades de las estructuras ligeras. (Ashdown 1951)

Esta consideración de las estructuras espaciales llevará a una nueva valoración de las líneas de fuerza. Las soluciones atirantadas cuyos exponentes las estructuras de pretensado comienzan a tener difusión en Estados Unidos a partir del texto de August Komendant tendrán también su traslación a las estructuras metálicas a partir del año 1954. El comienzo de la recuperación económica en Norteamérica será paralelo al aumento del uso del acero como material de construcción, y que con la imposición de economía de forma y de material mediante la aplicación de técnicas como la soldadura continua, también asumirá el pretensado aéreo como lo había practicado Hossdorf y como había sido expuesto en la exposición universal de Londres con la solución del Skylon por el ingeniero estructural Felix Samuely. (Samuely 1954)

La recuperación económica basada en el aumento de producción de materiales, productos y equipamientos industriales, se proyectará en Norteamérica en la construcción masiva a lo largo de su territorio de aeropuertos teniendo que resolver edificaciones de grandes luces, junto hangares como terminales de pasajeros y en la construcción de grandes estadios, cúpulas o arenas. Estas construcciones de grandes escalas recurrirán para su solución a las fórmulas experimentadas en la ingeniería de puentes, y más concretamente en las soluciones de estructuras suspendidas. También influirá la difusión que Buckminster Fuller junto con el escultor Kenneth Snelson sobre estructuras ligeras tensadas que denominarán tensegrity y cuyo desarrollo como soluciones estandarizadas y muy ligeras permitía resolver grandes luces o formas complejas como la de una esfera.(Fuller 1954)

La fórmula de las estructuras de bóveda construidas mediante arcos cruzados o soluciones de vigas en arco se transformará con las necesidades funcionales de los aeropuertos en estructuras de grandes vigas o arcos estabilizados mediante suspensión. Las soluciones se resolverán constructivamente mediante piezas completamente soldadas con articulaciones en los puntos de suspensión, fórmulas que desarrollarán las empresas del acero norteamericanas, patrocinadoras de muchas nuevas patentes de secciones estructurales en cantilever y que aplicarán de forma masiva instituciones como el Port New of New York Authority Departament of Engineering en soluciones como las del Idlewild International Airport un proyecto realizado por Ammann y Whitney. Las soluciones suspendidas y atirantadas serán un campo de experimentación de estructuras tanto abiertas del tipo de pabellón, como las soluciones cerradas de cúpulas y arenas. (Port New York Authority 1954)

En 1957 el texto de Lawrence Lessing sobre estructuras suspendidas sintetizará el interés del desarrollo de una tipología que a lo largo de siete años

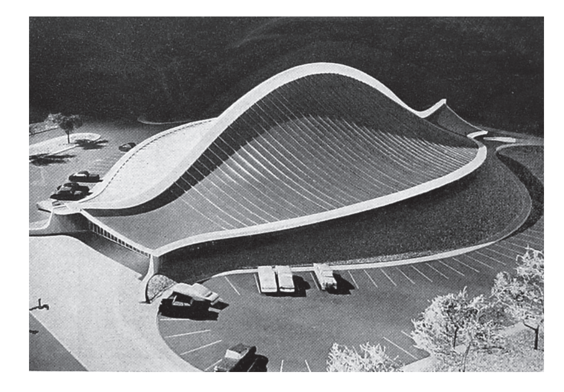


Figura 5
Ingalls Rink. Yale University.1953. Sarineen Architect-Severud, Elstadt & Krueger Engineer. New Haven. (AF.1957)

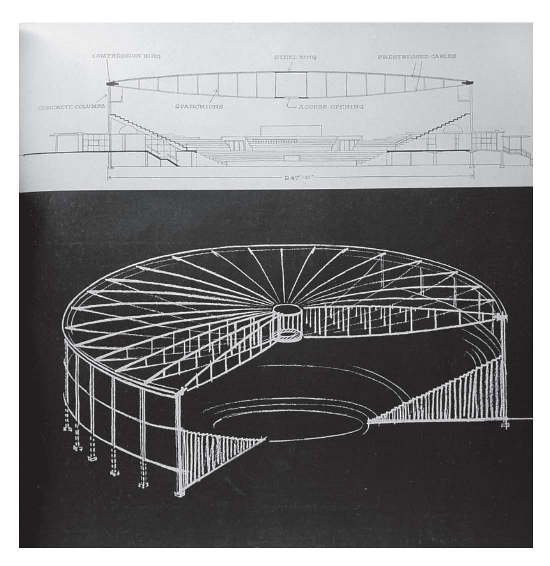


Figura 6
Utica Stadium. Utica, New York. 1957. Gehron & Sheltzer, Arqt. ; Lev Zetlin, Ing. (AF.1957)

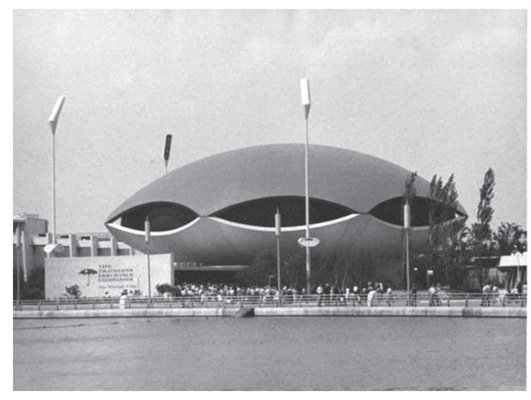


Figura 7
Travelers Insurance Pavilion. New York World Fair.1964. Kahn & Jacobs Arqt.; Lev Zetlin Ing. (PA.1965)

será experimentada por los arquitectos e ingenieros más sobresalientes en el ámbito norteamericano. (Lessing. 1957). El texto recogerá varios proyectos representantes de las distintas tipologías de estructuras suspendidas. La Arena de Raleigh de Nowicki y Severud, el Ingalls Ring de Eero Saarinen y Severud, el Berlín Congress Hall de Hugh Stubbins y Severud como soluciones de arcos de sustentación con superficies suspendidas mediante cables presentando también las soluciones del Philadelphia Stadium de V. Klint y Severud una solución de planta circular con una de las primeras soluciones de anillo a tracción interior y anillo a compresión exterior unidos mediante sistemas de cable soportando la cubierta del estadio.

Y por último presentando dos soluciones que tendrán una enorme difusión como solución constructiva, la solución de hangares de Ammann & Whitney que habían avanzado en el New York's Idlewild Airport y que perfeccionarán en el Panam Hangar Airport referenciando también otro de los grandes proyectos que se construirán en 1957 por los arquitectos Harrison & Abramovitz y los ingenieros Ammann & Whitney, el Illinois University Arena, una de las más grandes soluciones cubiertas en estructura plegada de lámina plegada y tensada en su circunferencia exterior, invirtiendo el trabajo estructural de la tipología de rueda de bicicleta con un círculo central trabajando a tracción y un lunar exterior trabajando a compresión cuyo ejemplo más singular y el perfeccionamiento de esta topología se construirá en 1964 por Skidmore, Owings & Merrill (SOM) con el Oakland County Arena en Oakland.

El último ejemplo que mostrará Lessing será una estructura proyectada por Gheron & Sheltzer y el ingeniero Lev Zetlin, el Utica Memorial Auditorium de 1957. Una solución que el propio Zetlin había patentado y cuyo desarrollo había tenido un gran número de imitadores, la estructura de rueda de bicicleta doblemente pretensada superior e inferiormente con montantes trabajando a compresión. Solución que incluía el pretensado de ambos cables anclados sobre un círculo exterior a compresión y un cilindro central trabajando en el plano de la rueda a tracción.

Una de las estructuras que identificarán la rueda de bicicleta como tipología innovadora y de vanguardia serán las construcciones que se proyectarán y se llevarán a cabo en 1958 para la Exposición Universal de Bruselas, proyectada por Eduard Durrell Ston y el ingeniero Blaton Auber el American Pavilion Brussels Fair, proyecto ganador de un concurso a nivel nacional y en el que se aplicarán toda una serie de nuevos materiales como plásticos, nylon, aluminio exportando la imagen de una nación americana avan-

zada. El otro proyecto también para una feria será el New York State Pavilion proyectado en 1964 por Philip Johnson y Richard Foster como arquitectos y el ingeniero Lev Zetlin, que desarrollará su teoría con una de las mayores luces hasta ese momento producidas en rueda de bicicleta. Zetlin proyectará y construirá en la New York World Fair en 1964 el Travellers Insurance Companies Pavilion, una singular propuesta definida por dos casquetes semiesféricos de aluminio sustentados por una sistema de vigas soporte en boomerang que mmkjmya había hecho en el estadio de Pensylvania.

Contemporáneamente con el desarrollo de la estructuras espaciales las estructuras con superficies a trabajo simple, casquetes esféricos, superficies hypar y los sistemas estructurales atirantados que permitirán un trabajo a precompresión de los elementos rígidos suspendidos mediante cables o barras y que evitarán el problema flutter, se desarrollará la estructura de esqueleto de manera innovadora en dos campos diferentes: las grandes luces y las estructuras en altura con el desarrollo de la construcción de los rascacielos

La primera manifestación de este desarrollo arranca en 1949 con el proyecto de los Promontory Apartments diseñada por Mies Van der Rohe y cuya estructura proyectará y construirá F.J. Kornacker ingeniero estructural que acompañará a Mies hasta la construcción del paradigmático Seagram Building en Nueva York. (Anaya y Antigüedad 2013). El edificio de planta rectangular con dos alas articuladas en los núcleos de comunicación vertical define su arquitectura a través de la geometría de su estructura (Peter 1956), .Una concepción arquitectónica cuya base la estructura definirá los límites de la forma.

El valor del nudo de la estructura entre pilares y vigas metálicos soldado supone la definición de un nuevo modelo industrial, es decir la condición del crecimiento uniforme en todas las direcciones con un trazado geométrico continuo. Esta solución se llevará a cabo en el 860 Lake Shore Drive, con una esbeltez relativamente baja, solución constructiva que sólo permitirá subir hasta 30 plantas con nudos soldados sin la utilización de pantallas a cortante que resolvía el crecimiento en altura aumentando la capacidad de flexión de las construcciones frente a esfuerzos horizontales.

SOM volverá a establecer un nuevo salto en la evolución de la estructura de esqueleto con el proyecto del Island Steel Building, un edificio para la promoción del acero y en el que se planteará la definición del espacio continuo de Mies sin ninguna columna. La solución de vigas de gran luz de alma llena apoyada sobre los pilares exteriores a la fachada recubiertos de acero inoxidable, supondrá la aparición del núcleo de servicios como elemento independiente una solución innovadora en edificios de altura

Una de las primeras soluciones de edificio en altura que se proyectará con núcleo de hormigón armado y estructura de pilares metálicos en la periferia de su fachada será el edificio Electric Head Office Building en Vancouver proyectado por Thompson Berwuick & Prat, la solución resolvía dos aspectos la planta libre sin pilares aunque con una crujía menor de 12 metros y la solución de huecos en plenum para el aire acondicionado construidos dentro del núcleo central desde el que se distribuía hasta la parte interior de fachada para su impulsión.

La solución modelo del edificio acristalado se construirá por Mies Van der Rohe en el año 1958 con el Seagram Building en Nueva York. La estructura superaba las 38 plantas, proyectada por Fred Severud y Frank Kronaeker utilizará hasta la planta 29 el sistema de «shear wall» para resistir los efectos del viento y las cargas horizontales. La solución permitió definir una estructura uniforme de vidrio y bronce cubriendo la estructura resistente en la que la trama ideal de los elementos componentes de los elementos del muro cortina mantendrán dimensionalmente sus medidas desde la plaza de base hasta el top del edificio. Con la misma fórmula de shear walls y núcleo de servicio pero centrado en la planta, Skidmore, Owings & Merrill construirán el Chase Manhattan Bank en Nueva York en el que se evitará la crujía interior del Seagram situando los pilares exteriores a la fachada y apoyando con una luz de 40 pies entre el núcleo y pilares de fachada, luz de vano justificada económica y funcionalmente por el cliente. (Jacobs 1957)

El boom de 1955-1956 de oficinas en Estados Unidos así como la exigencia de los programas de gran flexibilidad funcional inclinará a los arquitectos e ingenieros a aumentar la luz de vano de crujía planteando un problema de comportamiento estructural entre la estructura de los núcleos resistentes y los pilares que les rodean. Fazlur Khan, ingeniero de origen indio que entrará a trabajar en la oficina de SOM



Figura 8
Banque Lambert. Bruselas. 1965. SOM, Gordon Bunshaft Arqt. ; Paul Weidlinger Ing. (AR.1965)

propondrá junto a Bruce Graham y Myron Goldsmith jefes de diseño de Skidmore, Owings & Merrill la solución del proyecto del Brunswick Building en Chicago, donde reconsiderará la relación de rigideces entre la solución de soporte de fachada y la capacidad de transmisión de esfuerzos horizontales de los forjados al núcleo central.

Durante el periodo de 1961 a 1963 Khan estuvo desarrollando el sistema del tubo estructural que iniciaría posteriormente con la construcción del Chestnut-DeWitt Apartments en Chicago. Khan desarrolló un método para evaluación de las diferencias entre la cantidad de material asociada a los soportes por los esfuerzos de gravedad únicamente y la que se requería para los esfuerzos de carga horizontales, nombrando esta diferencia como el «premium for height». (Khan 2004).

Será Paul Weidlinger el ingeniero que previamente había sido consultado por SOM para el diseño propuesto por Fazlur Khan en el Brunswick Building. Su estructura metálica del CBS seguirá una solución paralela bajando los pilares hasta el suelo, diferencia que Khan mantendrá por problemas estructurales de suelo apoyando sobre una gran planta de 6,5 metros de altura definida por una gran viga cajón Vierendeel de hormigón armado que permitirá apoyar todo el conjunto al nivel de la plaza sobre 10 grandes pilares y el núcleo central. La innovación de Khan será establecer la colaboración estructural entre los pilares de fachada construyendo un muro de carga y el núcleo central, uniéndolos mediante una losa de hormigón bidireccional de gran rigidez.

Por otra parte las soluciones de «bearing wall» estaban siendo ensayadas en los años finales de los 50 por SOM como el caso de la Banca Lambert en Bruselas una solución constructiva en la que la fachada constituida por elementos prefabricados de hormigón armado trabajaba conjuntamente con la estructura de un núcleo central resistente. (Blake 1959). SOM con el arquitecto Gordon Bunshaft y el ingeniero Paul Weidlinger había experimentado esta solución de «bearing wall» en 1963, mediante la construcción de una viga Vierendeel continua constituida por marcos de acero soldados en sección de cajón definiendo la fachada de la Beinecke Rare Book Library en New Heaven.

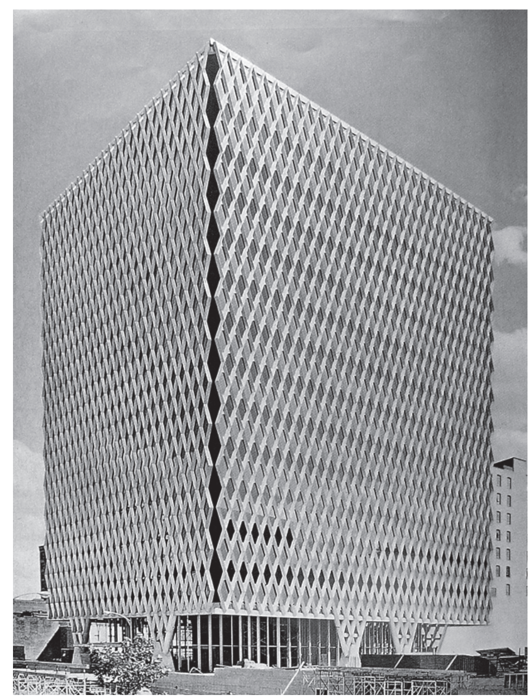


Figura 9
IBM Building. Steelworkers Building, Pittsburgh. 1963. Nathaniel Curtis & Arthur Davis arqt.; John Skilling & Leslie Robertson Ing. (AF.1963)

Contemporáneamente soluciones como la del proyecto de los arquitectos Curtis & Davis en Pittsburgh construyendo el IBM Building servirán de experiencias de nuevas soluciones de «bearing wall», resolviendo la sección estructural mediante la solución constructiva de un «diagrid metálic»en fachada y vigas de grandes luces en los forjados apoyándose en un núcleo central.



Figura 10
DeWitt-Chestnut Apartments. Chicago. 1964. SOM. Myron Goldsmith Arqt. Fazlur R.Khan Ing. (AR.1965)

Esta solución había sido desarrollada por los ingenieros Skilling, Worthirtong y Helle. El proyecto realizado en 1961 será la experiencia previa al diseño de la estructura del World Trade Center de 1963 que desarrollará junto con Minoru Yamasaki y en el que el «bearing wall» de fachada se convertirá definido por pilares separados por un ancho de 90 centímetros formados en cajón de acero soldado, en la solución de un rígido tubo estructural (frame tube) inductor de una elevada capacidad a flexión. (Skilling, 1964)

Brunswick Building será la base sobre la que Khan desarrollará su solución del tubo estructural

dos años más tarde en proyecto del Chestnut-DeWitt Apartment en Chicago. (Khan 2004). Chestnut-DeWitt iniciará el uso del innovador sistema de tubo estructural, con columnas espaciadas a 5 pies y 6 pulgadas y vigas de canto de 2 pies, formando las paredes del tubo estructural. La evolución en altura del tubo estructural se desarrollara por Fazlur Khan en el «trussed tube» cuyo ejemplo será el John Hancock Center en Chicago de 1965, una estructura de más de 100 plantas. Para edificios más altura evolucionará hacia el «bunded tube» construyendo en Chicago la torre la Sears Tower, solución estructural que permitirá elevar la altura de los rascacielos por encima de los 800 metros y cuya última versión de Skidmore, Owings & Merrill superará los 900 metros de altura el Al Shark en Dubai.

Lista de referencias

Ammann, O. & Whitney, Ch. 1960. «A new airport for jets». *Architectural Record* 3, march, p.175-182.

Anaya, J. 2013. «Prestressing: Technique and Innovation in 1950-1975 Architecture». *Proceedings of Second International Conference Structures and Architecture*. Guimaräes, ICSA 2013.

Anaya, J. y V. Antiguedad. 2013. «Promontory Apartments. The american industrial model in the second half of 20 th century». *Proceedings of International Conference on Construction Research. Housing. Past, Present and Future.* November. Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja. Madrid.

Ashdown, A. 1951. *Design Prismatic Structures*. Concrete Publication.

Blake, P. 1959. «SOM puts the bones outside the skin». *Architectural Forum*, may, p.146-151.

Blake,P. 1966. «A Tale of two Towers». *Architectural Forum*, april, p. 28-37.

Bowers, P. 1989. *Boeing Aircraft Since*. London: Putnam Third Edition.

Bradshaw. R; D. Campell y M. Gargari. 2002. «Special Structures: Past, Present, and Future». *Journal of Structural Engineering*, june. American Society of Civil Engineers.

Candela, F. 1954. «Stereo Structures». *Progressive Architecture*, 1954, june 6, p.84-93.

Candela, F. 1958. «Understanding the Hyperbolic Paraboloid». *Architectural Record*, july-august 1958, p.191-195.

Danz, E. y A. Menges. 1974. *Architektur von Skidmore, Owings & Merrill 1950-1972.* Verlag Gerd Hatje, Stuttgart. Tra. 1975. *La Arquitectura de Skidmore, Owings & Merrill, 1950-1973*. Editorial Gustavo Gili, S.A. Barcelona.

Dodge. F. 1950. «Construction in an armament Economy2». *Architectural Record*, October.

Fuller, B. 1954. «Ball of wired and tubes tests strength of tension design». *Architectural Forum*, february, p.163-164.

Fuller, B. 1955. «The theory develops». *Architectural Record* 223, june, p.156-167.

Jacobs, J. 1957. «New York´s Office Boom». *Architectural Forum*, march, p.105-113.

Howard, S. 1955. «Time- saver standards. Userful curves and curveed surfaces». *Architectural Record* 225, August, p.209-217.

Howard, S. 1960. «Suspension Structures». *Architectural Record* 9, september, p.230-237.

Khan, Y.S. 2004. *Engineering Architecture: The vision of Fazlur R. Khan*. W.W. Norton & Company Inc. New York.

Komendant, A. 1952. *Prestressed concrete structure*. New York, Mc Graw-Hill Book Company.

Le Messurier, W. 1962. «The Return of Bearing Wall». *Architectural Record,* july, p.168-171.

Le Ricolais, G.R. 1940. «Essai sur les systèmes réticulés à trois dimensions». Paris, *Annales des Ponts et Chaussées*, juillet-août.

Lessing, L. 1957. «Suspension Structures». *Architectural Forum*, december, p.135-140.

Lin, T.Y.1961. «Revolution in concrete». *Architectural Forum* 1961, june, p.116-122.

Matte, J. 1952. «Hangars. Kahn Engineering research sous some new and economical wide spans to shelder today big planes». *Architectural Forum*, march.

Michaels, L. 1950. *Contemporary Structure in Architecture*. Reinholds Publishing Corporation, New York.

Mies van der Rohe, L. 1950. «Glass and brick in a concrete frame». *Architectural Forum*, january, p.118-124.

Port New York Authority. 1954. «Hangar Idlewild Airport New York». *Progressive Architecture*, june, p.91-93.

Salvadori, M. 1954. «Thin shells». *Architectural Record*. July 212, p.173-179, september, p.212-217; november, p.210-223.

Samuely, F. 1954. «Prestressing Comes to Structural Steel». *Architectural Forum*, june, p.158-161.

Severud, F. 1947b. «Hangars Analysed». *Architectural Record*, april.

Severud, F. 1954 e. «The Structures that us». *Architectural Record*, january 206, p.169-174.

Severud, F. & Merrill, M. 1954. The *bomb survival and you. Manual Protection for people, building equipment*. New York: Progressive Architecture Book. Reinholds Publishing Corporation.

Skidmore, L., N. Owings y J. Merrill. 1952. «House, New York: Glass and Steel Walls». *Architectural Record,* june, p.130-135.

Skidmore, L., N. Owings y J. Merrill. 1955a. «19 Office Floors without Columns». *Architectural Forum*, may, p.114-118.

Skilling,J. 1964. «The Tallest Steel Bearing Wall». *Architectural Record*, , p.194-196.

Stone, E. 1957. «Architecture of Space and Grace». *Architectural Record*, july, p. 153-159.

Weingardt, R. 2005. *Engineering Legends: Great American Civil Engineers: 32 Profiles of Inspiration and Achievement.* American Society of Civil Engineers Press, Reston, Virginia.

Zetlin, L. 1960. «Bicycle-Wheel roof spans 240 feet. Utica Auditorium». *Architectural Forum*, may, p.144-145.

Zetlin, L. 1965. «The Engineer´s Third Millenium». *Progressive Architecture,* December*,* p.139-145.

El sitio de las inmundicias. Un proceso judicial por un patio entre casas en la Castilla del siglo XVI

Luis Araus Ballesteros

Las ciudades son mucho más que un gran conjunto de edificios agrupados.[1] Las construcciones, incluidas las viviendas, son sólo un elemento más del paisaje urbano. En las villas y ciudades se vive, se trabaja y se descansa, y además se ensucia. Esta última circunstancia es insoslayable, lo que hace que el tratamiento de los residuos sea uno de los principales problemas que tiene cualquier agrupación humana, mayor cuanto mayor sea el número de habitantes. Además, a comienzos de la Edad Moderna, las ciudades constituían un espacio limitado y claramente separado del campo, incluso físicamente. Un recinto en el que conviven sus habitantes, que desarrollan sus actividades sociales y económicas y también una gran cantidad de animales domésticos (Bazán 1993: 71).

Las ciudades, por tanto, no podían ser estercoleros, sino que era necesaria una adecuada gestión de los residuos, aunque tal vez no de forma absolutamente eficiente y lejos de nuestros parámetros actuales (Gerez 2008: 36). La higiene pública no era un asunto menor. Incluso la limpieza se asocia con la honra y la nobleza (Córdoba 1998: 145), aspecto éste que en el caso de Burgos, que es el que nos ocupa, alcanzaba una especial relevancia dado el alto concepto que tenía de sí misma la Cabeza de Castilla (Bonachía 1996).

La premisa básica de la gestión de los residuos consistía en alejarlos lo más posible de las personas, como recomendaba Maimónides en el siglo XII (Werner 2013: 11), lo que muchas veces se tradujo en la creación de muladares o basureros a cierta distancia. Preocupaba también mucho la pureza del aire por el miedo a las epidemias, que podían verse provocadas por los malos olores (Córdoba 1998: 148). Por ello, a lo largo de la Edad Media los concejos arbitraron diversos mecanismos para mantener un aspecto aseado de las ciudades, aunque muchas veces no podamos atestiguarlos hasta finales del siglo XV. Las ordenanzas municipales promulgadas a finales de la Edad Media y comienzos de la Moderna contienen disposiciones al respecto. En muchos lugares se sanciona el vertido de aguas fecales y otros desperdicios a la calle, que era el espejo del buen gobierno y del orden social (Martín 2002: 83-84). En algunos lugares, como Córdoba (Córdoba 1994-1995: 156) o Cuéllar se prohíbe por completo en 1546 (Olmos 1994: 320-321). Sin embargo, en vez de prohibirlo, era más frecuente regular esta costumbre para causar el menor perjuicio posible. Así, en Zamora (Ladero 1991: 413), Guernica (Arízaga1986: 214), Piedrahita o el Barco de Ávila (Córdoba1998: 150) se establece que se avise del vertido diciendo tres veces «agua va», y en Hernani se prevén multas para quien ensucie a los viandantes (Arízaga 1998: 90). En Bilbao para evitar estos problemas los orinales debían vaciarse por la puerta en lugar de por la ventana y después de las diez de la noche (Enríquez 1996: 48).

Para conseguir mantener limpias las calles, a menudo se responsabilizaba a los vecinos de la parte correspondiente a su casa (Córdoba 1994-1995: 145-146), a veces sólo durante algunas épocas del año (Ladero1991: 411). La higiene pública se veía propi-

ciada también por celebraciones como procesiones o entradas reales que hacían necesario limpiar y adecuar las calles (Bazán 1993: 73). A pesar de ello, la actuación privada no solía ser suficiente y los concejos tenían que intervenir sobre todo para limpiar los cursos de agua con cierta frecuencia como se hacía en Paredes de Nava (Martín 2002: 62) o en Vitoria (Arízaga1998: 94). Incluso en algunas ciudades castellanas como Segovia, Valladolid o Guadalajara funcionaba un servicio regular de recogida de residuos al menos desde 1500 (Córdoba 1998: 148).

También eran importantes las redes de albañales y desagües para las aguas sucias que a veces aprovechaban corrientes naturales, y que ya alcanzaron notable desarrollo en algunos lugares en la primera mitad del siglo XV (Martín 2002: 84). Algunas de estas redes eran bastante sofisticadas, como las que existían en Toledo que estaban cubiertas y a las que iban a parar las necesarias de las casas (Izquierdo 1996: 66). Lo habitual era que estas corrientes fueran descubiertas, algunas de las cuales se fueron cubriendo para facilitar el tránsito en las calles (Córdoba 1998: 156). Por su parte, las letrinas no eran muy frecuentes, y sólo se encontraban en casos acomodados (Córdoba 1998: 152), ya que eran problemáticas por las humedades y los malos olores que producían. Por ello en algunos lugares como Bilbao se mandaron cerrar y adecentar en 1515 (Enríquez 1996: 157-158).

En general, son escasas las fuentes que hablan de la limpieza y de la evacuación de residuos, tal vez por considerarlo algo cotidiano y que no requiere de registros escritos. A menudo lo que tenemos son ordenanzas y disposiciones que regulan la convivencia o castigan ciertos usos, a través de las cuales tratamos de reconstruir las costumbres. Lo que no es frecuente es la descripción directa de estos usos, que por ordinarios se daban por sobreentendidos.

Alonso Gutiérrez contra García de Encinas

Uno de estos escasos testimonios directos sobre el vertido de residuos domésticos en la Castilla del Quinientos lo encontramos en un proceso de pleito entre los vecinos de dos casas de Burgos y sustanciado ante la Real Chancillería de Valladolid.[2] El litigio se iniciaría en primera instancia ante los alcaldes de la ciudad de Burgos por una demanda de Alonso Gutiérrez contra su vecino García de Encinas, y que luego pasaría en grado de apelación a la Audiencia Real, donde se dio sentencia a favor de Gutiérrez el 12 de diciembre de 1544.

Hemos de tener presentes algunos problemas que plantean este tipo de fuentes, que por supuesto no son ni objetivas ni completas. En primer lugar sólo se recogen aquellos datos que son de relevancia para el proceso, obviando multitud de circunstancias y detalles que serían vitales para el historiador. Otra limitación es la naturaleza de estos datos, que proceden mayoritariamente de las declaraciones de los testigos presentados por las partes, quienes a menudo deforman los hechos o incluso mienten para favorecer una u otra postura. Sin embargo, son muy valiosas por algunas notables posibilidades que ofrecen, como es la inmediatez de las declaraciones de los testigos o las referencias a aspectos cotidianos que raramente se encuentran en otro tipo de textos.

El conflicto estuvo causado por las obras de reforma que estaba realizando en aquel momento Encinas en su casa de la Calle de San Llorente, que contaba con un pequeño patio interior al que también se abrían ventanas de la vivienda de Alonso Gutiérrez. Encinas pretendía ocupar parte del mismo para construir una cocina, cegando así varias ventanas tanto de su casa como de la de Alonso Gutiérrez, quien demandó a su vecino entendiendo que el patinejo era para servicio de ambas casas, aunque la propiedad correspondiese a Encinas. A pesar de que a primera vista parece un asunto baladí, detrás de estos actores están implicados importantes sectores de la sociedad, que intervienen en el proceso, bien como partes o bien como testigos, tal vez reflejando otros conflictos e intereses que no llegamos a discernir en la documentación judicial.

La sociedad. Las partes y los testigos

Las partes litigantes son el cauce por el que pasa el resto de los intervinientes, se nos dice poco de ellos. Particularmente de Alonso Gutiérrez apenas sabemos más que era de oficio mercader. Su hermano Andrés declara a su favor en el pleito, y una hermana suya estaba casada con Lope Gallo, también testigo, y seguramente perteneciente a una de las familias de mercaderes más notables (Casado 2003: 90). Bien puede deducirse que disfrutaba de una posición acomodada por vivir en la Calle de San Llorente, la zona

más apreciada de la ciudad, y porque tenía al menos cinco criados.

Alguna noticia más tenemos de García de Encinas, aunque a través de su hermano el canónigo Pedro de Encinas, arcediano de Palenzuela y protonotario apostólico. Don Pedro levantó una capilla para su enterramiento y de sus padres, en la que una inscripción relata la historia de la familia desde 1316.[3] Don Pedro nació hacia 1484, y es de suponer que algo antes lo hiciera su hermano García, quizás el primogénito por llevar el nombre de su padre y de su abuelo. Además García de Encinas tenía otro hermano más, llamado Juan. Desconocemos el nombre de la esposa de García de Encinas, hermana de la testigo Catalina de Oquillas, que estaba casada con Jerónimo Guerra de la Vega.

Durante el proceso, y antes de la sentencia definitiva Alonso de Polanco, el tesorero de la catedral Bernardino Meléndez, el canónigo Luis de Castro, el regidor Juan de Castro y Diego Ruiz de Miranda, trataron en vano de que las partes alcanzasen un acuerdo amistoso.[4] Otros personajes que no se significan por ninguna de las partes son algunos canónigos de la catedral o los anteriores habitantes de las casas, como el regidor Alonso de Motar o Almotar, con su mujer Doña Isabel de Santo Domingo, y sus hermanos María Díez de Motar, Fray Pedro de Motar, vicario del monasterio de San Francisco y Juana Orense monja profesa en el de San Ildefonso. Las casas de García de Encinas las había ocupado antes Francisco de la Peña, que ya había muerto por entonces y se llamó a declarar a sus hijas María Sáez de la Peña y Catalina de la Peña.[5]

Maestros constructores

A lo largo del proceso aparecen numerosos maestros de los distintos oficios de la construcción que dan su opinión sobre la obra, bien como testigos o bien dando su parecer como peritos.

El más destacado de los maestros a los que se convocó fue Juan de Vallejo,[6] que en aquellos momentos dirigía la reconstrucción del cimborrio de la catedral (Payo y Matesanz 2013: 52-57). A Vallejo se le llamó por parte del teniente de corregidor para que diese su parecer sobre la obra que llevaba a cabo García de Encinas, quien lo recusó alegando que «el qual dicho Ballejo es persona ýntimo amigo del dicho Alonso Gutiérrez e a hél odioso e sospechoso». Llama la atención esta opinión, ya que unos años después sería el constructor de la capilla funeraria del hermano de García de Encinas y en la que reposan también sus padres (Payo y Matesanz 2013: 334). Vallejo fue sustituido por Ochoa de Arteaga,[7] también maestro de cantería quien dió su parecer el día 8 de febrero de 1542.

La mayor parte de los oficiales a los que se convocó para testificar son carpinteros, algunos de los cuales incluso habían trabajado en las casas de García de Encinas. En enero de 1542, los primeros que habían dado su parecer sobre la obra de García de Encinas habían sido Nicolás Lozano[8] y Juan de Aras.[9] Este último fue el maestro de la obra de las casas de Encinas y él mismo declara que «conforme a la dicha yntençión del dicho Garçía d'Ençinas traçó y labró la dicha casa». Otro notable carpintero que aparece como testigo es Hernán Gil, maestro de la carpintería de la catedral.[10] El padre de Nicolás Lozano, el carpintero Diego de Alvarado también fue llamado para testificar.[11] Además de los citados declararon unos cuantos más constructores y carpinteros Pedro de la Carrera, Juan de Carrión, Juan del Campo, Juan de la Fuente, Juan Ortiz, Miguel de Palacios, Diego de Hano, Juan de la Serna, Hernando de Encinas, Pedro de Villavieja y Diego de Mata.

El espacio. Las casas

Burgos a mediados del siglo XVI no destacaba entre las ciudades de Castilla por su tamaño, más bien mediano, que contrastaba con una gran actividad comercial. En cuanto a la población, el censo fiable más cercano a las fechas en que nos situamos es el de 1561, cuando se contabilizan 4.385 vecinos (González 2006: 23-26). El número de habitantes hacia 1530-1540 debía de andar cercano a los 20.000 (González 2006: 93).

Las casas del litigio se encontraban en la Calle de San Llorente (figura 1), que se corresponde con el tramo más bajo de la actual de Fernán González, entre la Calle de San Gil y la subida al Hospital de los Ciegos (Guerrero 1987: 738). Esta calle formaba parte del eje principal de la ciudad, por donde pasa el camino de Santiago, un lugar intermedio entre los barrios altos y los bajos, donde se concentraban muchos mercaderes desde el siglo XIII (Guerrero 1987:

745-746). En el siglo XV ya era una de las mejores zonas de la ciudad, cuando la nobleza y la oligarquía se agruparon en torno al barrio de San Esteban y al de San Llorente y el Huerto del Rey, donde también estaba la Casa del Consulado (Bonachía 1994: 84). Durante la primera mitad del XVI la situación permaneció igual, así, en 1539 entre la vecindad de San Llorente y el Huerto del Rey vivían más de un tercio de los mercaderes de la ciudad, muchos de ellos en grandes mansiones, en su mayoría hoy perdidas (González 2006: 293). Algo más de veinte años después, en 1561, la oligarquía seguía prefiriendo esta zona, y cinco de los dieciséis regidores vivían en esta calle (González 2006: 267). El testigo Alonso de Polanco explicaba lo apreciado de la zona: «en la dicha çibdad de Burgos los suelos de las casas della balen muchos dineros y especialmente en la calle donde están hedeficadas las casas del dicho Garçía de Enzinas».

Del aspecto general de las casas de García de Encinas y de Alonso Gutiérrez se nos dice muy poco, y si se conserva algo de ellas en la actualidad está oculto por los edificios modernos. Ambas casas pertenecían a la mesa capitular de la catedral que era la principal propietaria de inmuebles de la ciudad (Casado 1980) con más de 350 inmuebles en el siglo XV (Casado 1985: 125). En 1404 el cabildo tenía nueve casas en el barrio de la Calle de San Llorente (Casado 1980: 160-161), entre ellas probablemente la que ocuparía García de Encinas.[12] La casa se le adjudicó en 1525,[13] aunque en el pleito se recoge un documento de 1532,[14] por un censo anual de veinte ducados y quince gallinas. Antes de él la había arrendado en 1470 el Bachiller Gonzalo de la Peña por su vida y la de un heredero, al dejarlas su padre García Sáez de la Peña.[15] En cuanto a la valoración de la casas, teniendo en cuenta su ubicación y calidad, la estimación de los testigos oscila entre los 750.000 y los 1.300.000 mrs.

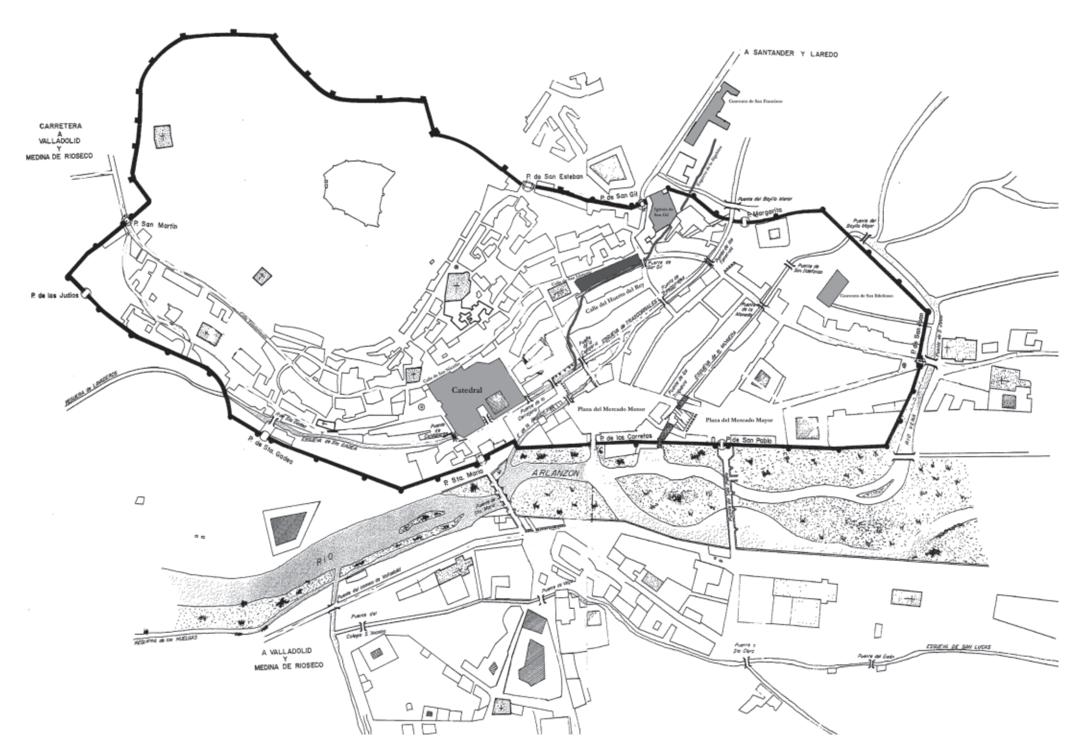


Figura 1
Plano de Burgos en el siglo XVI (Ibáñez Pérez 1977), en rojo se ha señalado la manzana donde se encontraban las casas de García de Encinas y Alonso Gutiérrez

Según H. Casado (1985: 127), en el siglo XV la mayor parte de las construcciones de la ciudad era de entramado de madera con adobe o tapial sobre un basamento de piedra que podía alcanzar toda la planta baja, sobre la que a menudo avanzaban saledizos muchas veces sobre los cursos de agua (Bonachía 1998: 51). Conforme avanzamos en el tiempo fueron ganando terreno la piedra y el ladrillo (Ibáñez 1977; 106-107), materiales en que se estaban construyendo otras casas principales, como la de los Cubos o la de los Lerma, en la misma calle de Fernán González. Del tamaño de las casas poco podemos decir, ya que desconocemos en qué grado el parcelario actual mantiene el del siglo XVI. La Calle de San Llorente mide unos 100 m y en la acera en que vivían Encinas y Gutiérrez hay hoy en día siete casas de tamaño desigual. En Palencia en la misma época, el tamaño medio de las fachadas estaba en 7 m (Ausín 2009: 420), seguramente menos de lo que medían las casas de Encinas.

La casa de García de Encinas tenía tres pisos con las siguientes habitaciones: «en lo delatero vna sala y cámara y rrecámara y corredor y patio; y en lo trasero vna quadra y alanía e rrecámara; y en el segundo suelo otro tanto; y en el terçero hornos y pajares y carboneras, de manera que en toda la casa no ay cozina para guisar de comer».[16] El patio del que se habla es la causa del pleito, al que daban el corredor y una alcoba o alanía, cuyas ventanas se cegarían al construir en el patio: «vna alanía de cama que ba poco que esté clara o escura y avn es mejor para el dicho Garçía d'Enzinas y para la dicha alanía azerse allí el dicho edifiçio porque estará la dicha alanía más abrigada para dormir en ella».[17] La ausencia de cocina es el argumento que esgrime Encinas para edificar en el patio, donde pretendía construirla a costa de cegar algunas ventanas de su vecino Alonso Gutiérrez. Y es que en su casa «no ay cozina en toda ella para guisar de comer sino chimeneas françesas para calentarse, e vna chimenea en lo alto de la dicha casa para lexías»,[18] así pues, «el dicho Garçía de Ençinas tiene neçesidad de hazer cozina porque sin cozina vna semejante casa no se puede sufrir».[19] Otro asunto que le preocupaba es la falta de intimidad en su casa pues construyendo «el dicho edefiçio çierra las ventanas que sobre el dicho patio tienen las casas del dicho Alonso Gutiérrez de donde se pueden ver e oyr los secretos de la casa del dicho Garçía d'Ençinas».[20] Suponemos que esta distribución era el resultado de las reformas emprendidas por García de Encinas. De la época en que la poseyeron los de la Peña sólo sabemos que ocupando una parte del patio interior había una escalera de madera, con una necesaria en la parte baja de la misma, que había derribado Juan de Aras.[21]

En la parte trasera de la casa se encontraba el patio, por el que pasaba la esgueva de la Algebina, una de las que atravesaban la ciudad. El patio, según los testigos, medía aproximadamente once pies de largo por ocho de ancho (unos 3 × 2,25 m). El deslinde del patio se daba así en uno de los interrogatorios: «vn corralejo que está entre las dichas dos casas que de dos partes le çercan dos paredes de cal y canto de las casas del dicho Alonso Gutiérrez e de la otra vna pared de casas que son de Juan de la Peña y de la otra pared de la casa del dicho Garçía de Enzinas».[22] El pequeño tamaño hace que los testigos en ocasiones dijesen que no servía para patio, sino sólo para luces. Ambas casas, que como hemos dicho, pertenecían a la iglesia mayor, habían sido originalmente una sola. De todas formas, cada parte defendía una versión de la situación, así, García de Encinas entendía que el corralejo era de su propiedad, ya que sólo se podía acceder desde su casa, y que si su vecino tenía abiertas ventanas era porque el anterior dueño se lo había consentido. Además, según su argumento, algunos de estos vanos se habían abierto después de que ampliase el patio derribando la parte trasera de su casa, y que en cualquier caso él tenía potestad para mandarlos cegar cuando quisiera.[23] Por su lado, Alonso Gutiérrez entendía que si bien el patín pertenecía a Encinas, él conservaba la servidumbre de luces. Como ya hemos señalado, la casa de Alonso Gutiérrez tenía dos paredes al corralejo en las que se abrían cinco o seis ventanas. En general, las descripciones de los testigos producen cierta confusión, y también debieron de producírsela a los oidores de la Real Chancillería, hasta el punto de que se encargó al pintor Diosdado de Olivares[24] un lienzo donde se representase el patio y el edificio, pintura que lamentablemente no se ha conservado.

Además de para iluminación, la principal función del patín era el vertido de residuos, fundamentalmente aguas fecales, aprovechando que por él discurría la esgueva de la Algebina. El derecho a verter estas aguas constituye el principal punto de disputa entre los dos vecinos. Este derecho debía de ser muy común, pero a menudo generaba inconvenientes, por lo que no es raro que figure entre las condiciones esta-

blecidas al vender o alquilar una casa (Ibáñez 1977: 125). Poseer un lugar donde arrojar los desperdicios sin necesidad de salir fuera de la casa sin duda constituía una gran comodidad, ya que estaba prohibido verterlos a la calle.[25] Esta prohibición no era nada nuevo ni del siglo XVI ni siquiera de la baja Edad Media, y ya figuraba entre las condiciones que puso Alfonso X en 1257 al cabildo de la catedral al cederle la plaza frente a la Puerta de los Apóstoles, unas decenas de metros más arriba de la Calle de San Llorente (Santo Tomás 1998: 29).

El vertido de aguas sucias era frecuente al menos desde la casa de Alonso Gutiérrez, a quien su vecino se lo recrimina de manera constante, de ahí que tengamos la descripción de estas prácticas. No sabemos con seguridad si se vaciaba desde las ventanas de Encinas, ya que no es esto lo que se dirimía en el juicio, y antes de reformarse, la casa disponía de una necesaria precisamente en el corralejo, por lo que es posible que se construyese una nueva al reformarla. Los testigos presentados por la parte de Alonso Gutiérrez atestiguan dicha costumbre y consideran que junto a la servidumbre de luces la casa posee la de arrojar aguas sucias.[26] También se menciona la existencia de un «tejadillo» que ocupaba parte del patio y sobre el que caían parte de los vertidos de las ventanas.[27] Tal vez este tejadillo se corresponda con las escaleras y la necesaria derribadas por García de Encinas. Al parecer, los anteriores inquilinos de las casas utilizaban constantemente el patio para este fin, con conocimiento de sus vecinos, e incluso algunos de ellos explican como en su juventud eran ellos mismos los encargados de vaciar los orinales en lugar de hacerlo los criados.[28] La variedad de desperdicios arrojados era mayor que las aguas fecales y en ocasiones se tiraban otras cosas, y a veces «echaban al dicho corralejo mondaduras de manzanas e papeles».

María Sáez de la Peña, que había vivido en las casas de Encinas conocía bien las molestias que traía consigo esta costumbre: «algunas bezes quando llobía abía tanto hedor en las casas del dicho Garçía de Ençinas que no se podía sufrir». De todas formas este problema no fue privativo de estas casas, pues en 1570 todos los vecinos de San Llorente y del Huerto del Rey, calles a las que daban las casas por cuyas traseras pasaba la Algebina solicitaban al concejo que se limpiara la esgueva.[29]

A pesar de todo, la limpieza periódica no era suficiente y la mejor solución pasaba por evitar los vertidos. Así, para asegurar que las ventanas de Alonso Gutiérrez sólo se empleasen para iluminación se pusieron rejas en varias de ellas. Al parecer algunas tenían rejas de hierro, otras las tenían de madera, otras vidrieras que suponemos fijas, y al menos una de las ventanas más bajas permanecía sin cerrar.[30]

Sin embargo, las rejas no bastaron para poner paz entre Alonso Gutiérrez y García de Encinas quienes «tenían continuos enojos e dyferençias e plitos así sobre el baçiar como sobre el myrar y escuchar e sobre otros muchos ynconbenientes». Al tiempo que se desconfía del vecino, existe una preocupación por la intimidad, la casa es un espacio privado, que además de confortable debe permanecer fuera de miradas ajenas. A veces parece que muchas de las razones que se dan son pretextos para causarse molestias entre vecinos enfrentados por un motivo que se nos escapa. En una ocasión, la testigo Juan Orense dice que García de Encinas quería construir en el patio para conseguir de Alonso Gutiérrez que no levantara su casa un piso más.[31] Aunque para otros como Catalina de Oquillas, cuñada de García de Encinas, el problema no era nuevo y decía haber oído que el anterior inquilino de la casa había conseguido cartas de excomunión contra quienes arrojasen desperdicios al patio.[32]

El enfrentamiento entre los vecinos

Lo que sí que tenemos documentado es el aumento progresivo del enfrentamiento entre los habitantes de ambas viviendas. Algunos testigos como Bernardino Meléndez, tesorero de la catedral, deponen que «que no a visto que se aya baçiado cosa alguna ni las a visto sino después que se començó este pleito», por lo que tal vez sólo fuera una provocación hacia la parte contraria. Otros, como el regidor Alonso de Motar parecen indicar que al principio los orinales se vaciaban de noche y a escondidas, para luego ya hacerlo a plena luz del día. De todas formas García de Encinas pretende descargarse de la culpa y achaca estas provocaciones a los criados, como se desprende de un interrogatorio para los testigos presentados por su parte:

> Yten si saben [los testigos] quel dicho Alonso Gutiérres ni los dueños ni señores que antes dél an poseýdo las dichas casas donde están las dichas ventanas nunca vertieron ni baçiaron aguas ni ynmundiçias por ellas y que si algunas

vezes los moços de los susodichos las an baçiado sería ascondidamente no lo beyendo ni saviendo el dicho Alonso Gutiérres [...], y si algunas vezes beýan baçiar las dichas aguas por la forma que dicha es, el dicho Garçía de Ençinas se quexaba dello al dicho Alonso Gutiérres y él lo rreñía a sus criados y criadas mandándoles y bedándoles que no vertiesen las dichas aguas, digan lo que saven.

Aunque lo hicieran a escondidas, los criados de ambas casas se lo recriminaban entre sí y después de «que se començó este pleito que començaron sin nezesidad las moças de casa del dicho Alonso Gutiérrez a echar çierta agua y començaron a lo rrenir los criados del dicho Garçía de Ençinas». Los dueños por su parte intentaron poner paz, tratando de que cada uno castigase a sus propios criados:

algunas vezes se hechavan de casa de Alonso Gutiérrez agua e meados al dicho corralejo y el dicho Garçía d'Ençinas, a lo queste testigo se acuerda, ynbió a deçir vna vez con este testigo al dicho Alonos Gutyérrez que no lo hechasen, y [...] le paresze quel dicho Alonso Gutiérrez desçía a sus criados que pues Garçía d'Ençynas abía henojo que no lo hechasen.[33]

Las rejas de las ventanas de Alonso Gutiérrez eran muy espesas y no era fácil verter líquidos desde ellas al patio, ya que no sobresalían más allá del grueso del muro, como lo describen muy vivamente algunos testigos.[34] Al no poder desaguar los bacines directamente al patio, los criados de Gutiérrez se valieron de diversas artimañas para irritar a García de Encinas. Así, Pedro del Campo decía que «arrojaban por las dichas berjas con vn jarro aguas al dicho corralejo», y no siendo esto suficiente otro testigo cuenta que «ascondidamente los moços del dicho Alonso Gutiérres orinavan por las dichas ventanas e rrejas al dicho patio por vna cámara donde duermen».

Esta situación llegó al punto de provocar una trifulca entre los criados. Si años antes se había decretado excomunión para quienes vertiesen al patio, exasperados, los mozos de García de Encinas decidieron tomarse la justicia por su mano. Como hemos ido viendo, se habían ido sucediendo las provocaciones, y al parecer también los insultos, según Pedro López de Pinedo, criado de Encinas[35]. Así que Alonso Gutiérrez cuenta que un día:[36]

baçiando vnas criadas mías por las dichas ventanas çierta legía o agua al dicho corralejo los dichos Angulo e Pinedo e Alonso, por mandado del dicho Garçía de Ençinas […] tiraron muchas pedradas a las dichas bentanas con grandes pedaços de yelsos y ladrillos e me rrompieron y quebraron vna puerta de mi casa con la fuerça de los dichos golpes y obieran muertas a las dichas mis criadas si milagrosamente Dios no las librara […] e auello mandado e a lo menos rratificado el dicho Garçía de Ençinas por muchas palabras descorteses e injuriosas que a la saçón dixeron.

Dos criados de Gutiérrez apoyaron la declaración de su amo y añadieron algún detalle más, como que antes de la pedrada que rompió la ventana «Alonso e Angulo, criados del dicho Garçía de Ençinas tenían piedras en las manos para tirar a las moças e le amagaron dos vezes con las piedras». También en qué consistieron esas «palabras descorteses» de que hablaba Alonso Gutiérrez pues uno de los criados de Encinas «tomó otra piedra para le tirar sy se hechasen más aguas y con esto la llamó borracha […] y el dicho escudero dixo que avnque pesase a este testigo y a sus amos lo defendería [que no tirasen basura] cada y cuando fuese menester», y un poco después añade «que mirando la puerta [se refiere al postigo de la ventana] dixeron los dichos Alonso e Angulo no se abía de quebrar la puerta syno las cabeças».[37]

La parte de García de Encinas no tardó en responder por medio de Juan López de Pinedo, reconociendo lo sucedido, pero recordando los agravios que les había hecho con anterioridad los de la parte contraria vaciando los orinales y además disculpa a Alonso, el criado de Encinas diciendo que «yo el dicho Pinedo no me allé en el rruydo por donde soy syn culpa, ni el dicho Alonsyco tiró más de vna pedrada y esa no açertó a la puerta, ni tiene fuerça ni vigor para lo poder azer».

El resultado fue que ante la denuncia de Alonso Gutiérrez, la justicia intervino y prendió a Alonso y a Juan López de Pinedo, que sin embargo fueron liberados enseguida tras tomarles su declaración y pagar una fianza.

La limpieza de la esgueva de la Algebina en 1545

Este conflicto entre vecinos pone de manifiesto la importancia dada a la limpieza, tanto de las zonas privadas, como de los espacios públicos. Recordemos como el patio trasero de las casas de Encinas y Gutiérrez estaba junto a la esgueva de la Algebina,

a la que iba a parar la basura vertida, «junto al dicho corralejo pasa la Algibina pública desta çiudad donde se hechan todas las ynmundiçias de las casas comarcanas».[38] Esta corriente era una de las principales de la ciudad, a la que entraba cerca de la iglesia de San Gil y luego bajaba por las traseras de las Calles de San Llorente y del Huerto del Rey para ir a morir a la esgueva de Trascorrales, que pasaba por la parte baja de la catedral. Si se vertían en ella los desperdicios era porque se esperaba que la corriente los arrastrase fuera de la ciudad hasta el río Arlanzón, como era frecuente en otros muchos lugares (Arízaga 1998: 93). Sin embargo, el agua no circulaba durante todo el año, o al menos en algunas épocas no era suficiente y era necesario limpiarla con frecuencia. La inconstancia del caudal provocaba no sólo la acumulación de desperdicios, sino crecidas periódicas que dañaban tanto las viviendas como las huertas de los monasterios (Guerrero 1987, 1: 740-741), lo que obligó a establecer acuerdos para su limpieza entre el concejo y los particulares, ya que los cursos de agua se consideraban públicos (Martín 2002: 55). La contaminación de la Algebina y la necesidad de su limpieza aparece en la documentación municipal al menos desde 1395, cuando el regimiento intervino en un conflicto entre los monasterios de San Francisco y la Trinidad contra los curtidores de San Gil, lo que muestra también el uso industrial que se daba a estos torrentes urbanos (Santo Tomás 1998: 30). La preocupación por la limpieza de los arroyos de la ciudad fue permanente tanto en las actas concejiles como en las Ordenanzas, y lo habitual era limpiarlos durante el verano y después repartir el coste entre los vecinos de las casas cercanas (Ibáñez 1990: 58-59).

Poco después del pleito que enfrentó a García de Encinas y a Alonso Gutiérrez, en 1545, se procedió a limpiar la Algebina.[39] La limpieza de una esgueva debía de ser una tarea ardua pues trabajaron en ello hasta doce obreros del 24 de junio al 7 de agosto, incluso por la noche.[40] Los trabajos consistieron fundamentalmente en limpiar el cauce, ahondarlo y sacar estiércol y desperdicios que obstruían el curso del agua. Entre lo que se sacó figuran «vnos gatos muertos y xarros y piedras»,[41] lo que nos indica que se arrojaban basuras de todo tipo, sin tener mucho en cuenta si podía arrastrarlas el agua.

Sobre la esgueva existían puentes de madera, de los que se mencionan dos, uno en el Huerto del Rey y el otro junto a las casas de Álvaro de Maluenda y del regidor Pedro de la Torre, que fue necesario desmontar y volver a construir. Se habla también del «el ojo de la Calle del Huerto del Rrey»,[42] tal vez refiriéndose a un puente de piedra, quizás sobre el que estaban construidas las Carnicerías Viejas.

Los gastos de la limpieza que en total sumaron 34 ducados (12.750 mrs.) en vez de correr a cargo del concejo se repartieron entre las casas por donde pasaba el riachuelo, que no pagan por igual, sino que la cantidad varía, quizás en función del tamaño del inmueble. En total fueron 38 vecinos entre los que figuran algunos de los apellidos más notables de la ciudad: Lerma, de la Torre, Ruiz de la Mota, Salamanca, Miranda, Castro, Maluenda, Gallo, etc. Aparecen por supuesto García de Encinas, que pagó 340 mrs. y Alonso Gutiérrez, con 408 mrs.[43] La lista parece seguir la sucesión de las casas, por lo que nos interesa ver como el otro vecino de García de Encinas era Pedro García Orense, y el de Gutiérrez era Isabel de Miranda.

Conclusión

Como ya hemos indicado, el proceso judicial terminó con el rechazo de la última apelación de García de Encinas y la victoria de Alonso Gutiérrez. Con la sentencia en grado de revista se le reconocía un doble derecho, por una parte que no se cegasen las ventanas traseras de su casa y por otra a verter las aguas sucias al patio de su vecino. Patio que se había construido teniendo en cuenta la presencia de una corriente de agua, la esgueva de la Algebina, de la que se esperaba que arrastrase las basuras lejos de las viviendas. El derecho a arrojar los desperdicios y contar con un arroyo que los evacuase, a pesar de los inconvenientes que plantea, era una comodidad notable, que además incrementaba el valor de su casa. Por su parte García de Encinas tuvo que conformarse con la sentencia y no sabemos dónde construyó finalmente la cocina que le faltaba a su casa. Así, no le quedó más remedio que aplicarse el mote que llevan los escudos de sus padres en la capilla de la iglesia de San Gil (figura 2): «Summa injuriarum vindicta oblivio», es decir «la mayor venganza de las injusticias es el olvido».



Figura 2
Escudo de familia Encinas en la capilla de Don Pedro de Encinas en la iglesia de San Gil de Burgos (fotografía del autor)

Notas

1. El presente trabajo se inscribe en un proyecto de tesis doctoral con el título «El trabajo de los mudéjares en el patrimonio medieval castellano», financiado por el Fondo Social Europeo, Programa Operativo de Castilla y León, y la Junta de Castilla y León a través de la Consejería de Educación, bajo la dirección de la Dra. Olatz Villanueva Zubizarreta. Agradezco a la Dra. Villanueva sus consejos y recomendaciones y al Dr. L. Vasallo Toranzo su ayuda para localizar la documentación en que se basa el presente trabajo. También ha contado con el apoyo del proyecto «Islam medieval en Castilla y León: realidades, restos y recursos patrimoniales (ss.XIII-XVI)» (VA058U14), el marco de la convocatoria pública de Subvenciones del Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación de la Consejería de Educación de la Junta de Castilla y León.
2. Archivo de la Real Chancillería de Valladolid (ARCHV), Pleitos Civiles, Fernando Alonso (Fenecidos), caja. 1324.0003. Salvo que indiquemos lo contrario, las referencias a documentación de archivo se refieren a este proceso judicial.
3. «IHS / EN MEDIO DESTA CAPILLA DE LA CRUZ ESTÁ / SEPULTADO EL CUERPO DEL MUY MAGNÍFICO / Y MUY REVERENDO SEÑOR DON PEDRO DE ENCINAS, / DOTOR EN DECRETOS, PROTONOTARIO APOSTÓ-/ LICO, ARCIDIANO DE PALENCUELA Y CANÓNIGO / DESTA CIUDAD DE BURGOS. HIJO DE GARCÍA DE / ENCINAS Y DE YNÉS DE BALLADOLID QUE ES-/ TÁN ENTERRADOS AQUÍ, NIETO DE GARCÍA ALON-/ SO DE ENCINAS Y DE CLARA ALONSO PARDO / QUE ESTÁN ENTERRADOS EN SANTA MARÍA LA / BLANCA, VISNIETO DE JUAN ALONSO DE ENZINAS / Y DE DOÑA MARÍA DE ENZINAS, SUCESORES QUE FUE-/ RON DE RUI GARCÍA DE ENZINAS Y DE VRACA FER-/ NÁNDEZ SEÑORES QUE FUERON DE LA CASA FUERTE Y LUGAR Y HEREDAMIENTOS DE QUINTANILLA DE VILADO EN LA ERA DE 1351 AÑOS, NATURA-/LES QUE FUERON LOS SUSODICHOS DEL BALLE DE VAL-/ DIBIELSO DEL LUGAR DE ENZINILLAS DEL ALMINÉ. / EL QUAL DICHO SEÑOR DON PEDRO DE ENZINAS / FUNDÓ ESTA CAPILLA Y MURIÓ A 5 DE DIZIEMBRE / DE 1566 AÑOS Y DE SU EDAD DE 82. DEJÓ POR SU PA-/ TRONO A OCTABIANO DE ENZINAS, HIJO, NIETO, / VISNIETO, REVISNIETO Y DESCENDIENTE DE / LOS SUSODICHOS. REQUIESCANT IN PACE. AMEN». Vid. Betolaza (1914).
4. Según relata Bernardino Meléndez «binieron [Alonso Gutiérrez y García de Encinas] en concordia de lo poner e conprometer antes que el dicho pleito se sentençiase en manos deste testigo e de Juan de Castro rregidor e hiçieron çierto compromiso por ante escriuano público y entendieron en los poder concertar y visto que no podían dexaron pasar el término del compromiso y sentençió el alcalde ordinario de la dicha çiudad de Burgos el dicho pleito y cavsa y fue el pleito a Valladolid a la Chançillería Rreal [...] y estando el dicho pleito en probança por cartar de rreçevtoría de la dicha Avdiençia Rreal se concertaron otra bez [...] y que no pudieron»
5. De niña era amiga de su vecina María Díez de Motar, y cuenta que «siendo esta testigo donzella [...] avn se acuerda que ella por las dichas ventanas questán sobrel dicho corralejo se salýa a hablar esta testigo con la de Juan de Ayala, hija de Gonzalo de Almotar».
6. Una recopilación reciente de la bibliografía sobre Juan de Vallejo se puede encontrar en Martínez (2014: 52).
7. Dice tener más de 50 años y ser vecino de Burgos. Sobre este maestro vid. Payo (2013).
8. Nicolás Lozano, vecino de Burgos, era hijo de Diego de Alvarado y dice tener entre 33 y 35 años de edad. Sobre este maestro vid. Ibáñez (1977: 191, 318, 326 y 347) y Martínez (2014: 52-53 y 57-58).
9. Sobre Juan de Aras, de 40 años vecino de Burgos, vid. Ibáñez (1977; pássim).
10. Dice tener 55 años y ser maestro de carpintería de la iglesia mayor, por lo que fue enviado junto al canónigo

Juan Fernández de Abanza a inspeccionar las casas. Vid. Payo y Matesanz (2013: 336-337).

11. Es de 60 años de edad (Ibáñez 1977: 73 y 191), (Payo y Matesanz 2013: 337 y 338) y (Martínez 2014: 53).
12. Pedro Gómez Cerezo, procurador de García de Encinas dice «quel dicho mi parte a hallado en los archivos de la iglesia mayor desta çibdad çierta escriptura por la qual paresze que ha más de çient años quel señorío e propiedad de las casas del dicho mi parte a sido y es de los señores deán y cabildo».
13. En 1525 el cabildo ya había obtenido licencia de los provisores del obispado para dar a censo García de Encinas una casa en la Calle de San Llorente que tenía a vita Juan de la Peña mercader, y que lindaba con la de la mujer de Miguel Ruiz de Laso, con Alonso Gutiérrez, mercader y con Pedro Orense de Covarrubias por precio de 7.500 mrs. y 15 gallinas de censo anual. Son las mismas condiciones que aparecen en el documento de 1532. Archivo Catedralicio de Burgos (ACB), Lib. 11, f. 382.
14. Carta de censo perpetuo y enfiteusis de las casas de García de Encinas (8 de noviembre de 1532).
15. El Bachiller de la Peña se comprometía a arreglar las casas a su costa y a pagar al cabildo 10 florines de censo anual. Escritura de censo de las casas del Bachiller Gonzalo de la Peña (29 de mayo de 1470).
16. Interrogatorio para los testigos presentados por García de Encinas, pregunta nº 4.
17. Interrogatorio para los testigos presentados por García de Encinas, pregunta nº 7.
18. Declaración del testigo Juan de la Fuente, carpintero.
19. Parecer del maestro de cantería Juan de Vallejo.
20. Declaración del testigo Diego de Porres, escribano.
21. «en el dicho patio sobre que es este plito estaba hecho vn edefiçio que paresçía ser muy antiguo de más de ochenta años a esta parte, de la otra parte de las casas del dicho Alonso Gutiérrez que hera vna escalera que hera la prinçipal de la dicha casa vieja e vna recozinilla o camarilla e debaxo vna nesçesaria». Declaración del testigo Miguel de Palacios, carpintero.
22. Interrogatorio para los testigos presentados por Alonso Gutiérrez.
23. «que si el dicho Alonso Gutiérrez o sus antezesores an tenido algunas ventanas al patio o corral del dicho Garçía d'Ençinas a seýdo por manera de facultad y hurbanidad y buena beçindad como se acostumbra hazer ni entra los vecinos de Garçía [de Ençinas] lo quieren tolerar ni consentir e no por título de seruidumbre». Interrogatorio para los testigos presentados por García de Encinas.
24. Sobre Diosdado o Adiosado de Olivares vid. Pereda (2004).
25. «avn en las calles e plazas públicas se proýbe e defiende echar suziedades ni aguas», Declaración del testigo Diego de Porres.
26. «las dichas casas del dicho Alonso Gutiérez an tenido e tienen muchas ventanas abiertas en las dichas dos paredes de las dichas casas que salen sobrel dicho corralejo, las quales dichas ventanas han estado y están abiertas ansí para seruirse dellas para luzes de las dichas casas como hechar e baçiar por las çinco de las dichas ventanas al dicho corralejo agua y otras ynmudiçias» Esto lo declaraba el regidor Alonso de Motar, que había vivido en ellas antes de Alonso Gutiérrez.
27. «para baçiar por algunas dellas [ventanas] al dicho corralejo aguas e otras ynmundiçias e parte dellas caýan ençima de vn texadillo e parte dellas en el dicho corralejo, e las del dicho texadillo bienen a caer al dicho corralejo». Declaración de María Sáez de la Peña, hija de Francisco de la Peña.
28. Fray Pedro de Motar que «estubo en la dicha casa siendo mochacho en casa del dicho su padre algunos años, [...] siempre bio las dichas ventanas como agora están e este testigo hechaba por ellas orinas al dicho corralejo e este testigo tiene por çierto que lo susodicho bían e sabían los dueños e señores de la casa que agora es del dicho Garçía de Ençinas e nunca este testigo bio ni supo que lo contradixesen […] porque este testigo dormía a la contina en vna cámara que solía tener dos bentanas abiertas juntas pequeñas que salían al dicho corralejo que en cada vna dellas se podía poner vn ombre de pechos por las quales».
29. «que no ay plata ni oro en toda la vecindad que no se acobre y tome del mal olor y en el berano no se puede abitar en los aposentos que cayn al dicho rrio y lo que peor es que podra dello ynficionarse el ayre» (Ibáñez 1977: 150).
30. «en las ventanas que el dicho Alonso Gutiérrez tiene abiertas de la dicha su casa azia el corralejo tiene puestas en ellas sus verjas de yerro metidas en la misma pared sin bolas ni salir cosa alguna al dicho corralejo e otras más pequeñas más arriba con sus bidrieras e otra que está más arriba junto al tejado en vna carbonera estaban sus rrejas de palo clabadas en la misma pared […] e que vna sobrebentana que está en lo más bajo no tiene rrejas e que […] no pueden tener serbidumbre al dicho corralejo por ellas de vista para sacar cabeça fuera ni baçiar ynmundiçias si no fuese arrojadizo de manera que caería tanto a vna parte como a otra». Declaración del testigo Juan de la Fuente, carpintero.
31. «el gran daño que aze [García de Encinas] a la casa del dicho Alonso Gutiérrez que lo aze por el efecto de sacar dél que no suba ni labre más alto de lo que tiene labrado en sus casas».
32. «que oyó desir este testigo a Juan de Medina, criado que fue de Juan de la Peña, que leýa cartas d'excomunión a los que moravan en la casa que agora es del dicho Alonso Gutiérrez para que no hechasen cosa de ynmudizias al dicho corral».

33. Esto lo declaraba Ortuño de Aguinaga, uno de los criados de García de Encinas.
34. «ay çiertas ventanas en las quales están puestas rrejas espesas de quanto cabrá vna mano de avertura a abertura, las quales dichas rrejas están metidas en la dicha pared sin salir cosa alguna al dicho patio [...] si no fuese arrojándolo que se vaçiaría tanto a vna parte como a otra». Declaración del testigo Juan López de Pinedo.
35. «nos afrentaron con muchos denuestos [a los criados de García de Encinas] los criados de Alonso Gutiérrez hechándonos algunas ynmundiçias por las bentanas en nuestro patio e llamándonos bellacos e que baziarían los bazines espeçialmente vn Hermosylla y vn Çaravz e vn Balmaseda»
36. Ocurrió el 16 de abril de 1542.
37. Declaración de Francisco de Valmaseda, criado de Alonso Gutiérrez.
38. Declaración de la testigo María Díez de Motar.
39. AMB, Repartimiento para limpiar el río de la Algebina (1545), HI-1335.
40. Algunos días, como, por ejemplo el 27 de junio se consigna un gasto de 12 mrs. en «velas para alumbrarlos por ser de noche», lo que no deja de ser llamativo, ya que en esa época del año hay bastantes horas de luz. Archivo Municipal de Burgos (AMB), HI-1335, f. 5r.
41. AMB, HI-1335, f. 6r.
42. AMB, HI-1335, f. 6r.
43. AMB, HI-1335, f. 3r.

Lista de referencias

Arízaga Bolumburu, B.; Mª L. Ríos Rodríguez, y Mª I. del Val Valdiveso, 1986. «La villa de Guernica en la baja Edad Media a través de sus ordenanzas». En *Vasconia: cuadernos de historia-geografía*, 8: 167-234.

Arízaga Bolumburu, B. 1998. «El agua en la documentación urbana del nordeste peninsular». En *El agua en las ciudades castellanas durante la Edad Media. Fuentes para su estudio*. coordinado por Mª. I. del Val Valdivieso. Valladolid: Universidad de Valladolid: 71-96.

Ausín Íñigo, M. 2009. *Urbanismo en Palencia, siglos XV y XVI*. Tesis doctoral sin publicar. Universidad de Valladolid.

Bazán Díaz, I. 1993. «Sanidad y urbanismo de las villas vascas durante la baja Edad Media». En *Cuadernos de Sección. Historia-geografía*, 21: 69-80.

Betolaza y Esparta, G. 1914. *Parroquia de San Gil de Burgos. Breve reseña de sus monumentos e historia*. Burgos: Hijos de Santiago Rodríguez.

Bonachía Hernando, J. A. 1994. «La ciudad de Burgos en la época del Consulado». En *Actas del V Centenario del Consulado de Burgos (1494-1994)*. Burgos. Excma. Diputación Provincial. Vol. I: 69-146.

Bonachía Hernando, J. A. 1996. «Más honrada que ciudad de mis reinos... La nobleza y el honor en el imaginario urbano (Burgos en la Baja Edad Media) ». En *La ciudad medieval: aspectos de la vida urbana en la Castilla bajomedieval*. Coordinado por J. A. Bonachía Hernando. Valladolid: Universidad de Valladolid: 169-212.

Bonachía Hernando, J. A. 1998. «El agua en la documentación municipal: Los 'Libros de Actas'». En *El agua en las ciudades castellanas durante la Edad Media. Fuentes para su estudio*. Coordinado por Mª. I. del Val Valdivieso. Valladolid: Universidad de Valladolid: 41-70.

Casado Alonso, H. 1980. *La propiedad eclesiástica en la ciudad de Burgos en el siglo XV: el cabildo catedralicio*. Valladolid: Universidad de Valladolid.

Casado Alonso, H. 1985. «La construction à Burgos à fin du Moyen Age. Prix et salaires». En *La construction dans la Péninsule Ibérique (XIe-XVIe)*. Dirigido por Denis Menjot y Adeline Rucquoi. Niza: Cahiers de la Mediterranée 31. Universidad de Niza: 125-149.

Casado Alonso, H. 2003. *El Triunfo de Mercurio. La presencia castellana en Europa (siglos XV y XVI)*. Burgos: Caja Círculo.

Córdoba de la Llave, R. 1994-1995. «Las calles de Córdoba en el siglo XV. Condiciones de circulación e higiene». En *Anales de la Universidad de Alicante. Historia Medieval*. Nº 10: 125-168.

Córdoba de la Llave, R. 1998. «Eliminación y reciclaje de residuos urbanos en la Castilla bajomedieval. En *Acta historica et archaelogica mediaevalia*, 19: 145-170.

Enríquez Fernández, J. et al. eds. 1996. *Ordenanzas municipales de Bilbao (1477-1520)*. San Sebastián: Sociedad de Estudios Vascos.

Gerez Alum, P. 2008. *Higiene e imagen de higiene en la baja Edad Media. El caso de la ciudad de Gerona*. Tesis doctoral inédita. Universidad Nacional de Educación a Distancia.

González Prieto, F. J. 2006. *La ciudad menguada: Población y economía en Burgos s. XVI y XVII*. Santander: Universidad de Cantabria.

Guerrero Navarrete, Y. 1987. «Estructura urbana de Burgos en el siglo XV». En *Homenaje al Profesor Torres Fontes*. Murcia. Universidad de Murcia. Vol. 1: 737-750.

Ibáñez Pérez, A. C. 1977. *Arquitectura civil del siglo XVI en Burgos*. Burgos: Caja de Ahorros Municipal de Burgos.

Ibáñez Pérez, A. C. 1990. *Burgos y los burgaleses en el siglo XVI*. Burgos. Excmo. Ayuntamiento de Burgos.

Izquierdo Benito, R. 1996. *Un espacio desordenado: Toledo a fines de la Edad Media*. Toledo: Diputación Provincial-Universidad de Castilla-La Mancha.

Ladero Quesada, M. F. 1991. *La ciudad de Zamora en la época de los Reyes Católicos. Economía y gobierno*. Zamora: Instituto de Estudios Zamoranos Florián de Ocampo.

Martín Cea, J. C. 2002. «La política municipal sobre el agua en los concejos de la cuenca del Duero a fines de la Edad Media». En *Usos sociales del agua en las ciudades hispánicas a fines de la Edad Media*. Coordinado por Mª. I. del Val Valdivieso. Valladolid: Universidad de Valladolid: 43-87.

Martínez Montero, J. 2014. «La casa de Lope Hurtado de Mendoza en Burgos: nuevos datos sobre su proceso constructivo». En *Liño 20. Revista Anual de Historia del Arte*: 49-58.

Olmos Herguedas, E. 1994. *La comunidad de villa y tierra de Cuéllar a partir de las Ordenanzas de 1545. Apuntes para una historial local de Lastras de Cuéllar*. Valladolid: Excmo. Ayuntamiento de Lastras de Cuéllar.

Payo Hernanz, R. J. 2013. «Ochoa de Arteaga. Arquitecto y escultor vasco del Renacimiento». En *Alma ars: estudios de arte e historia en homenaje al Dr. Salvador Andrés Ordax*. Coordinado por M. A. Zalama Rodríguez y P. Mogollón Cano-Cortés. Valladolid: Universidad de Valladolid: 47-52.

Payo Hernanz, R. J. y J. Matesanz del Barrio, 2013. *El cimborrio de la catedral de Burgos: historia imagen y símbolo*. Burgos: Real Academia Burgense de Historia y Bellas Artes.

Pereda Espeso, F. 2004. «Adiosdado de Olivares o la dignidad de las artes mecánicas». En *El modelo italiano en las artes plásticas en la Península Ibérica durante el Renacimiento*. Coordinado por Mª. J. Redondo Cantera, Valladolid: Universidad de Valladolid: 291-314.

Santo Tomás Pérez, M. 1998. «El agua en la documentación eclesiástica». En *El agua en las ciudades castellanas durante la Edad Media. Fuentes para su estudio*. Coordinado por Mª. I. del Val Valdivieso. Valladolid: Universidad de Valladolid: 13-39.

Werner, F. 2013. *La materia oscura. Historia cultural de la mierda*. Barcelona: Tusquets Editores.

Arcos, apoyos y «capialzati» sicilianos en el *Architetto Pratico* de Giovanni Amico (1750)

Antonella Armetta

En el 1750 el arquitecto Giovanni Amico (Trapani 1684-1754) publicó en Palermo el segundo volumen de *L'Architetto pratico* (*El Arquitecto Practico*), en el cual exponía sus conocimientos teóricos y sus experiencias en las obras. El primer volumen se había publicado en 1726, 24 años antes, y había garantizado el éxito del arquitecto. Este segundo tomo, aunque, tal vez, estaba previsto publicarlo desde hace mucho tiempo, adquiere en realidad la facies de un testamento, o sea la colección de sugerencias, de intuiciones y de conocimientos aprendidos en el trascurso de una carrera fecunda. Respecto al primer volumen, las componentes autobiográficas parecen tener una mayor prevalencia y el titulo previsto, *El Arquitecto Práctico*, parece más idóneo a los contenidos y adquiere una mayor importancia operativa.[1]

Dos capítulos, repletos de ilustraciones, del segundo libro están dedicados a los problemas de la construcción geométrica de los arcos y al dimensionamiento geométrico de los apoyos en función de la luz y de la forma del mismo arco. Probaré a dilucidar estos temas porque pueden ofrecer un marco exhaustivo de los conocimientos que un arquitecto siciliano tenía o necesitaba tener en los asuntos de la construcción.

Los arcos

Después de haber tratado de las proporciones y de las medidas de los arcos, basándose en las indicaciones de Giacomo Barozzi de Vignola, consideradas por Amico las más claras y comprensibles a los «novatos» del trabajo de arquitecto – a los cuales sus volúmenes estaban dirigidos – en la parte I, capo III el arquitecto de Trapani sugiere algunas reglas practicas para construir distintos tipos de arcos de piedra, especificando, en sus razonamientos, que si los arcos fueran todos «enteros» (o sea arco de medio punto) los problemas constructivos serian mínimos y de solución sencilla, pero en la práctica constructiva puede haber distintas exigencias, los arcos asumen varias conformaciones. Como premisa a su discurso advertía que con la palabra arco se habría entendido solamente la parte curva de la estructura, necesitando el problema de los apoyos una disertación aparte.

Enunciaba, después, las posibles conformaciones de los arcos; el arco «entero», o sea el arco de medio punto, semicircular, considerado el más sólido y perfecto, con sus variaciones: el arco denominado «escarzano» o sea rebajado, el «compuesto», hecho por la combinación de dos arcos rebajados y finalmente describía los arcos elípticos, que pueden ser más o menos deslomados.

Se daban entonces las varis practicas para formar un arco semicircular, un arco con una flecha igual a la mitad de su luz, un arco que tuviese una altura mayor de la mitad de su anchura, y, finalmente, la para formar un dintel recto para la construcción de una puerta o una ventana. Para todas estas soluciones, Amico indicaba el modo en cual iban cortados las dovelas (figura 1).

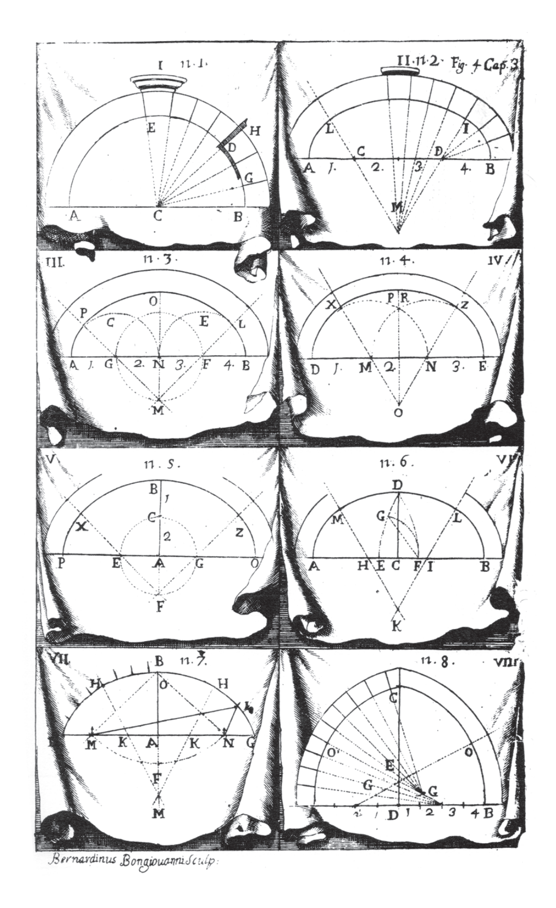


Figura 1
Tabla de *L'Architetto Pratico* con las construcciones geométricas de arcos de diferentes formas (Amico 1750)

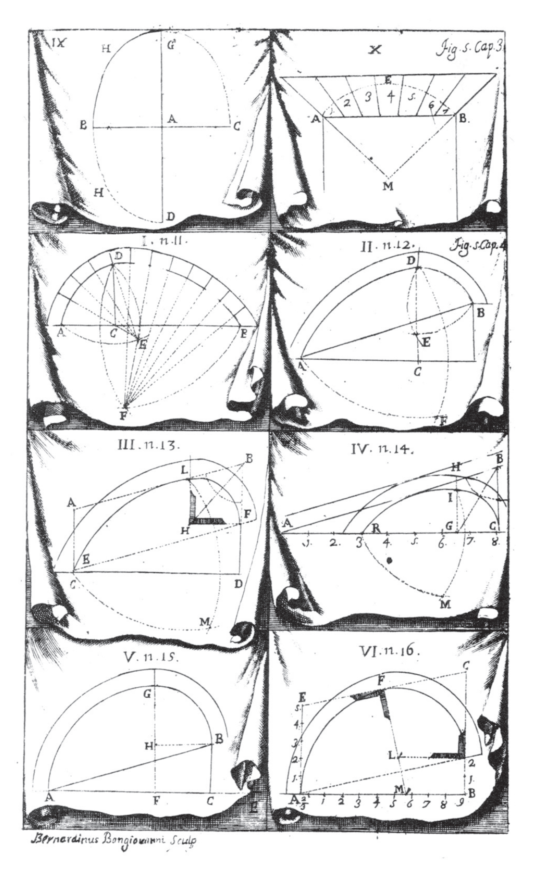


Figura 2
Tabla de L'Architetto Pratico con las construcciones geométricas de los «capialzati» siciliani (Amico 1750)

Es interesante notar que el indicara, también, el instrumento con el cual transferir la amplitud de los ángulos, construida con el dibujo bidimensional, en las dovelas a cortar.

Lo llamaba en italiano *falsasquadra* o *recipe angulos*, que se parece al saltarregla en español.

«Capialzati» sicilianos

Un capítulo aparte estaba dedicado a los arcos «di piedi ineguali», que tienen los apoyos de alturas diferentes y que se llaman de forma coloquial «capialzati» (Amico 1750, sez. I.VI).

Amico recomendaba el uso de estos arcos en presencia de «declività» o sea de pendientes, come en las escaleras o en los puentes, especificando que algunos «tienen la deferencia en sí mismos, apoyando en su línea horizontal», mientras otros apoyan en columnas, pilares o apoyos de diferente altura.

La primera práctica se refería al procedimiento geométrico útil a construir un arco «capialzato», conociendo la altura máxima del arco y su anchura. La misma practica podía aplicarse para la construcción de un arco que tuviese que sostener estructuras en pendiente, como puentes y escaleras; en estos casos Amico recomendaba una pendiente máxima proporcionado según la relación 2:8 (figura 2).

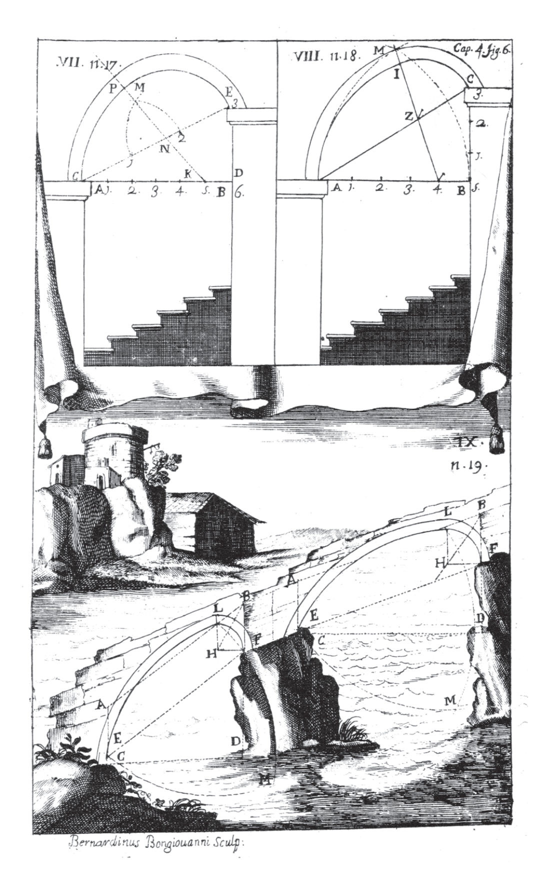


Figura 3
Tabla de L'Architetto Pratico en la cual se explican los métodos de construcción geométrica de capialzati sicilianos en el caso de escaleras y puentes donde los soportes son de diferentes alturas (Amico 1750)

Las prescripciones proseguían en el caso en cual se conocieran solamente dos puntos puestos a diferentes alturas, que había que conectar con arcos «capialzati»: en un dibujo sugestivo por la presencia de un marco arquitectónico en el primer caso y paisajístico en el segundo, Amico daba para ello un ejemplo práctico de cómo utilizar los arcos «capialzati» en las dos especificas circunstancias de escaleras y puentes (figura 3).

La arquitectura histórica siciliana ofrecía muchos ejemplos de arcos con esta conformación. Las escaleras exteriores del palacio Steri a Palermo, proyectado por Antonio Belguardo, fue pensado con arcos policéntricos, aunque en la documentación relativa a la obra[2] no aparecieran términos específicos para indicarlos (Vesco 2006). En el año 1601, después de setenta años, en contrato de obligación para la construcción de la escalera monumental del Palacio Real de Palermo, el término «capo alzato» se utilizó como sinónimo de arco rampante,[3] confirmando por un canto la presencia de la palabra y por otro el uso de aquella forma en estructuras inclinadas como las escaleras (figura 4).

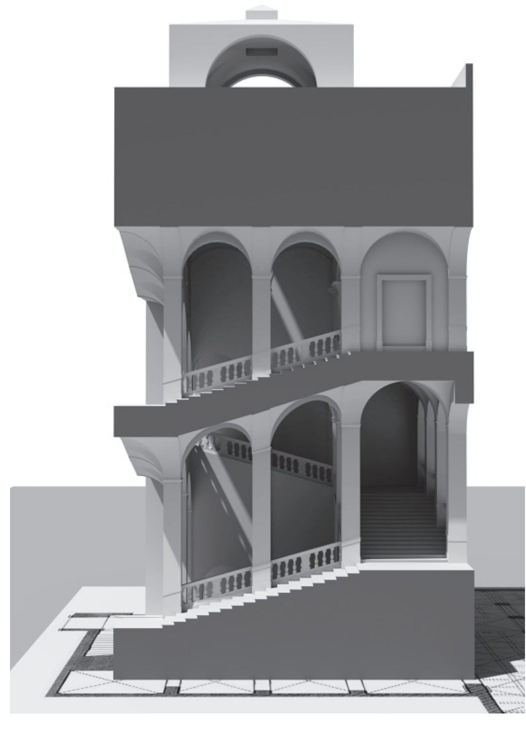


Figura 4
Reconstrucción virtual de la escalera del Palacio Real de Palermo, (realizado por Federico Maria Giammusso, archivio Cosmed)

Se trata hasta ahora del primer episodio documentado en el cual el vocablo aparece, y que el edificio haya sido diseñado por un arquitecto español, Diego Sanchez (Di Fede 2007, 152), podría constituir un indicio.

Es posible entonces afirmar que el termino, que come es conocido tenía un significado distinto en el lenguaje y en los documentos españoles (Rabasa

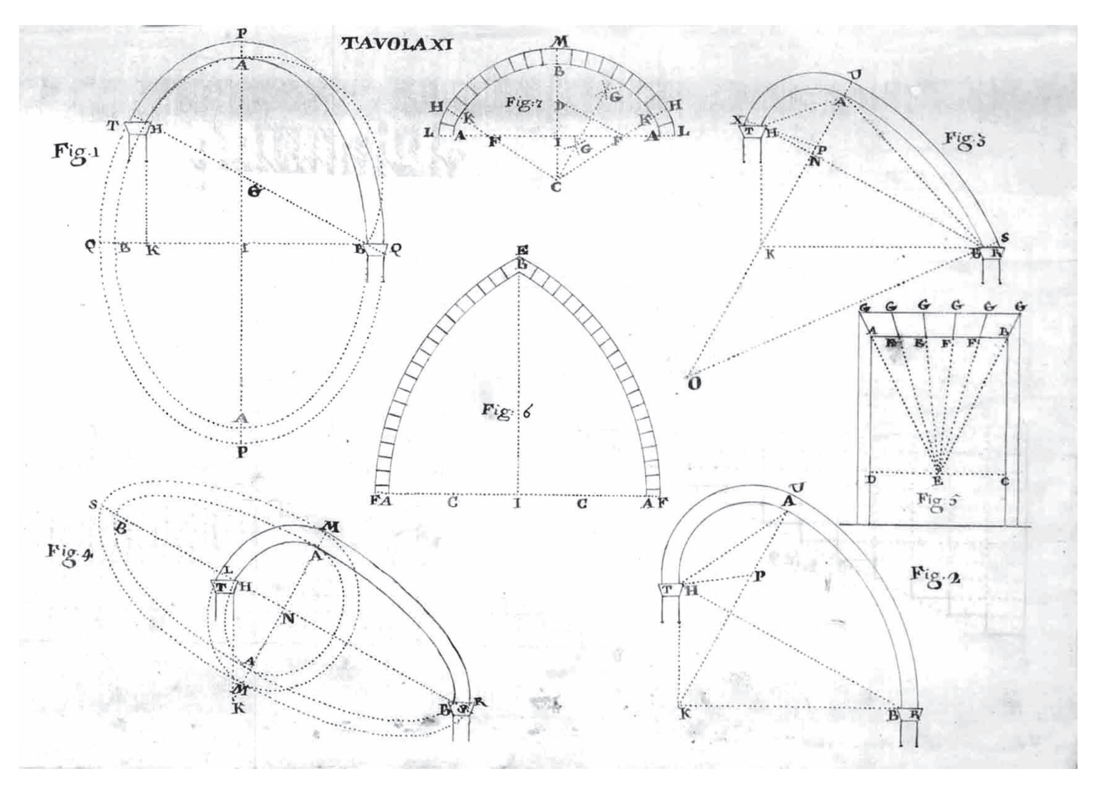


Figura 5
La construcción de un arco capialzato en una tabla del Brevissimo Compendio della civile Architettura castroniana (Castrone 1742)

Díaz 2000), hubiera asumido en cambio en la obra siciliana, a partir de fábricas monumentales como aquel del Edificio Real, una acepción específica. Esto explicaría el adverbio «vulgarmente» usado por Giovanni Amico y antes de el por el dominicano Bernardo Maria Castrone, que en el manuscrito *Brevissimo compendio della civile architettura castroniana* (1742) insertaba un dibujo descriptivo de las reglas para la construcción geométrica de «un arco vulgarmente dicho a capo alzato» (figura 5).

El uso de los mismos términos «vulgarmente» e «capo alzato» aclara que el texto de Castrone fue la fuente desde la cual sacó información.

Treinta años después, en el 1776, Andrea Gigante, alumno de Giovanni Amico, en su documentos para la Diputación del Reino, proponía nuevamente el uso de arcos *capialzati* para superar los desniveles en la construcción de puentes en piedra que tenían que apoyarse en rocas puestas a diferentes alturas (Armetta 2015).

Pero si para los maestros sicilianos los *capialzati* identifican a los arcos rampantes, no hay definiciones para las bóvedas a abanico o sobre elevadas (las que se identifican como *capialzados* en el mundo español o *voussures* en el francés). Existen muchos ejemplos de las fabricas siciliana góticas del XV siglo (el patio de acceso del Palacio Aiutamicristo) y en las obras del renacimiento (arcadas laterales de la capilla de la Magdalena en la iglesia mayor de Castelvetrano). Un numero relevante de obras con bóvedas sobre elevadas a abanico son contemporáneas a la redacción del texto de Amico (el portal lateral de la iglesia de San Miguel en Scicli, portal del palacio Bongiorno y la ventana del entresuelo del palacio Nicolaci ambos en Noto), pero no sabemos aun como llamaban están estructuras. Un arquitecto como Ro-

sario Gagliardi en los años cuarenta del XVIII siglo diseñaba soluciones análogas en el interior de sus álbumes, pero no ofrecía didascálicas o aclaraciones escritas útiles a identificar estas formas (Bares 2013, 61-92).

Las bóvedas

Después del tema de los arcos Amico trataba el de las bóvedas, llamadas en Sicilia *dammusi*. También en este caso aparecen implícitamente unas costumbres locales. El arquitecto individuaba bóvedas de medio punto (a sección circular o elíptica), las consuetas cúpulas y las bóvedas de arista. Identificaba después las bóvedas apuntadas y con este término se refería a la «conca» [cuenca] que en Sicilia se definen «a fondo di gavita». En esta ocasión el arquitecto usaba un vocablo muy difundido en las obras de la Italia del Sur, a veces identificado también con «a mailla» y que definía una bóveda claustral. En esta breve reseña Amico se demuestra menos preciso de un arquitecto contemporáneo como Paolo Libisi: «En Sicilia el hemisferio se llama *Cuppola* o *Cubbola*, una bóveda se dice *dammusu vuttiscu*..., una *testuggine* si se apoya en los ángulos se llama *Lamia*, pero si se apoya en los muros tiene nombre *Gavita*» (Labisi 1773). En el *Arquitecto Practico* resalta de hecho la ausencia de las bóvedas baídas (en los documentos indicadas como *lamia tunda*, o *scudella*), pero Amico proponía un copioso parágrafo para diseñar y construir una bóveda de lunetos. El último argumento tratado era aquel de la bóveda a la francesa, llamada *plat fond,* apta para recibir decoraciones, pero en estos últimos ejemplos están claros los límites y las intenciones: se trataba solo de configurar geométricamente formas para realizar en conglomerado y no desde luego bóvedas por entallo lapídeo.

El dimensionamiento de los apoyos

En el capo VI de su tratado, Amico daba unas «reglas practicas para dar el tamaño correcto a las fabricas, que tendrán que sostener los impulsos de los arcos de cualquier tipo». Desde la misma introducción el arquitecto había avisado del hecho que fuera difícil establecer una regla univoca para la construcción de estas estructuras. La variedad de la piedra con la cual podía ser construidos los muros de apoyo a los arcos y las muchas modalidades de componer el mismo muro, juntas a la multíplices posibles curvaturas de los arcos existentes, hacia prácticamente imposible la definición de una metodología de dimensionamiento univoca y de dimensiones estandarizadas. Según la variables en juego hacía falta, entonces, cada vez efectuar un cálculo especifico, para dar la «proporzionata grossezza» [el proporcionado tamaño] a los apoyos en estudio. Amico imaginaba todavía que utilizando materiales homogéneos para las sujeciones y para las bóvedas fuera posible elaborar unos procedimientos geométricos para la construcción de los pilares de apoyo.

Pasaba en reseña las posibilidades más comunes: el dimensionamiento de las columnas que tenía que sujetar un arco semicircular, o un arco elíptico, o un arco agudo (con una altura más de la mitad de su anchura) o un dintel para una puerta o ventana.

El método utilizado por Amico era un método basado en las construcciones geométricas muy conocidas, de tradición medioeval (Huerta Fernández 2004, 142-144), que llevaba a tener columnas de espesor mayor para arcos de medio punto, en los cuales el empuje es mayor, y pilares de menor espesor para los arcos de todo punto, en los cuales el empuje es inferior.

Para los arquitectos sicilianos el problema no era una novedad; en el manuscrito del siciliano Paolo Labisi estaba una tabla con la construcción geométrica de los pilares, en su didascálica pero se precisaba que se trataba de una regla constructiva «aprobada por la experiencia» (Labisi 1773).

Amico explicaba que para el dimensionamiento de las columnas de un arco de medio punto era suficiente dividir en tres partes iguales AI, IG, GC, la circunferencia del arco; con centro en C, y radio GC se describía una semicircunferencia. El extremo opuesto a C del diámetro, E, pertenecía a la generatriz exterior de la columna. La construcción era idéntica para los arcos rebajados**,** donde pero, siendo mayor el empuje horizontal, se necesitaban apoyos más anchos.

En el caso de arcos de todo punto el procedimiento constructivo era ligeramente más complejo y considerado que el empuje horizontal era mínimo y mayor era el vertical, se obtenían unas columnas de menor espesor respecto a los precedentes.

Come se deduce por la ilustraciones insertadas para comentar el texto, al variar de la tipología de los arcos

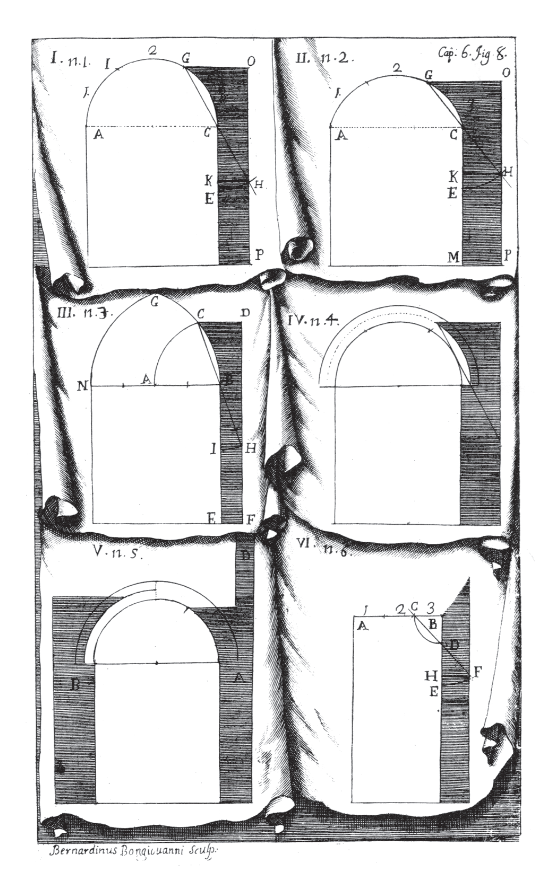


Figura 6
Tabla de *L'Architetto Pratico* con el dimensionado de los soportes y pilares de acuerdo con la diferente conformación de los arcos (Amico 1750)

variaba por consiguiente también la altura del apoyo lateral (figura 6).

El autor del tratado advertía pero de la existencia entre los arquitectos de distintas practicas para el cálculo. Según unos la repartición del arco había que hacerla en el intradós del arco, el que Amico llamaba «circulo inferior», mientras para otros era más conveniente efectuarla en el «circulo medio», o sea en el medio, de forma de tener una estructura más resistente. Ambas soluciones podían ser utilizadas según las circunstancias, así, «en los arcos que se apoyan encima de muros que tendrán que llevar fabricas superiores» convenía repartir el arco en el intradós y viceversa, donde en cambio el arco no tenía que soportar cargas superiores, habría sido suficiente considerar la repartición en el circulo medio. Estas esenciales reglas en todo caso Amico les remetía a la «pericia y buen juicio del arquitecto», el cual, en base a su experiencia, tendría que evaluar la calidad de los materiales empleados (piedra y cal) y las cargas que gravaban en los arcos o en las bóvedas y entonces decidir si fuera el caso de aumentar las dimensiones de los apoyos para obtener una mayor resistencia a los empujes provenientes de los arcos y las bóvedas.

La última regla se refería al dimensionamiento del refuerzo lateral de un dintel, que en construcciones análogas a las precedentes, consentía de establecer una invariante, o sea que el espesor del apoyo correspondía siempre a la tercera parte de la anchura del mismo dintel.

Aunque Giovanni Amico no indicara explícitamente las referencias utilizadas para la formulación de sus reglas, es posible intuir cual hubieran sido sus fuentes escritas. De las páginas de su tratado aparece con evidencia la aportación de una rica biblioteca personal, de la cual nos ha llegado el inventario (Neil 1995, 363-373). Además de los inevitables fundamentos teóricos sobre las obras de Vitrubio, Serlio, Paladio, Vignola y Scamozzi, hay también referencias y citaciones a autores menos conocidos (como Hans Vredeman de Vries) o la reproducción de modelos iconográficos de autores contemporáneos como Andrea Pozzo o Caramuel. Amico de hecho poseía conocimientos amplios y profundos que le dieron la fama nacional, como se demuestra por la presencia de su tratado en la biblioteca de distintos arquitectos (Burgio 2007, 203-209; Di Fede 2007, 172-173). No todo lo que el arquitecto conocía puede en todo case ser reconducido a su biblioteca particular, las relaciones entretenidas con los jesuitas de Palermo dejan intuir la posibilidad de consultación de textos matemáticos que podrían estar a la base de sus indicaciones. El problema del dimensionamiento de los apoyos de los arcos, o sea de las columnas, en todo caso tenía origen lejanas en el tiempo y el dimensionamiento en clave geométrica quedó hasta los inicios del siglo XVIII el criterio más utilizado por los arquitectos.

Las contribuciones de François Derand (1643) y de Tomás Vincente Tosca (1727) fueron por supuesto al alcance de un arquitecto siciliano y hasta las modalidades de representación dejan intuir las deudas que el arquitecto de Trapani tenía hacia los dos autores citados anteriormente (figura 7).

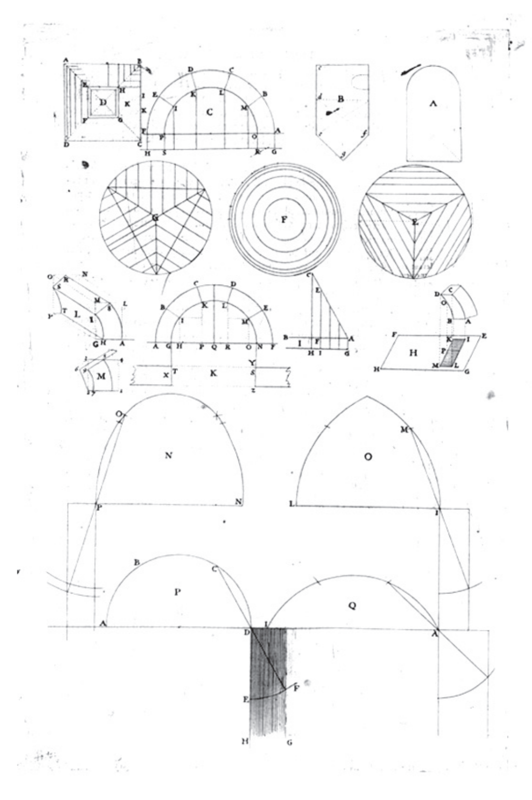


Figura 7
Método geométrico para el dimensionado de los estribos de los arcos de acuerdo Derand (Derand 1643)

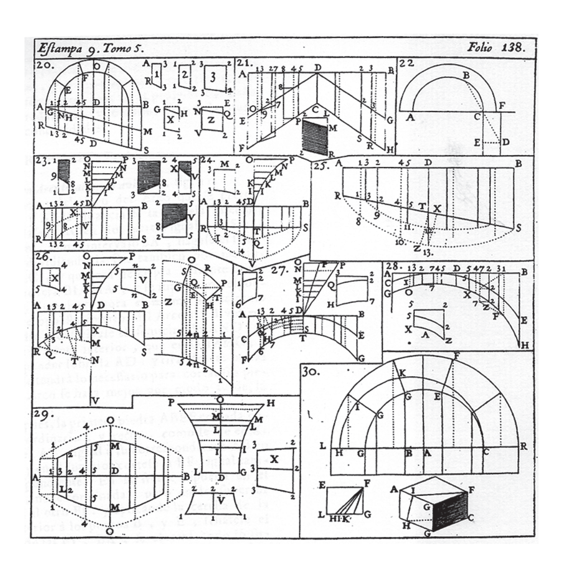


Figura 8
Tabla del del tratado de Tosca para el dimensionado de los estribos de los arcos, dibujo en el recuadro numero 22

El discurso es distinto en la técnica sugerida que se acerca sobre todo a Tosca, que proponía en su tratado justo la construcción geométrica que Amico vuelve a proponer 23 años después. El estudioso español le dedicaba un mínimo dibujo, en un plano más amplio, indicio que este de que era una práctica consolidada que no necesitaba más explicaciones (Huerta Fernández 2004, 301) (figura 8).

Citaba la regla del renacimiento del tercio, pero recordaba – justo como repetía el arquitecto de Trapani! – que su aplicación no podía ser a la letra sino que iba ponderada caso por caso por el realizador de la obra, en relación a las cargas y a los materiales de las bóvedas o de los arcos.

Respecto a Tosca, sin embargo, Amico hacia un paso adelante, proponiendo una serie de casos diferenciados y manifestando, respecto al estudioso español, el conocimiento no solamente del problema de la diferenciación del espesor de las columnas respecto a la conformación de los arcos (y entonces de las bóvedas) pero también de la altura del refuerzo lateral.

Lo que aparece significativo es que, por lo menos para Italia, los procedimientos y los planos de Amico reflejan un interés fuera de las costumbres de la península[5] y lo acercan a los hábitos y a los problema más comunes en otros territorios europeos.

Giovanni Amico – así como los arquitectos Paolo Labisi y Rosario Gagliardi – es el espejo de la profesionalidad a principios del setecientos en Sicilia, que recoge las cogniciones de los tratados a su disposición, las integra con sus conocimientos teóricos y de obra.

Los aspectos más interesantes están ligados pero al reutilizo de experiencias de siglos de los lugareños. Las maestranzas locales adsorbían términos, costumbres constructivas, soluciones formales por múltiples canales de transmisión, a veces reinterpretándoles, como en el caso de los *capialzati*. Las raíces del saber construir en la obra en Sicilia son profundas, provienen al menos de los siglos Cuatrocientos y Quinientos, periodos que aun hay que investigar para entender cuando empiezan unas nuevas series de

tipologías. Otro dato de interés para la estereotomía, a la cual en el tratado de Amico, como se ha visto, están dedicadas páginas importantes. De hecho, como recientes estudios especializados están demostrando el uso sapiente de la piedra, especie en la parte sur-este de la Sicilia ha producido, desde el siglo XV, estructuras extraordinariamente complejas, fruto de intercambios de conocimientos y de modelos entre la cultura constructiva local y las que provenían de otros mundos (Nobile 2013). El *Arquitecto Practico* es en este sentido un testimonio único en Sicilia en su género, rico de indicios y sugerencias sobre la práctica de la obra siciliana.

Desde el final del siglo XVIII también la isla estará involucrada en los grandes procesos de «globalización» económica-política que tienen su origen en las revoluciones europeas, y los profesionales locales miraran siempre más a los modelos internacionales, empezando aquel proceso, lento pero imparable, de destrucción de la sapiencia local, a favor de la homologación a cánones estéticos y materiales nuevos de importación.

Notas

The research leading to these results has received funding from the European Research Council under the European Union's Seventh Framework Programme (FP7/2007-2013) / ERC grant agreement n° 295960.

1. El mismo título del libro ofrece ya un indicio de las características de su contenido, una especie de manual para el arquitecto practico, o sea un arquitecto, que siendo tal tiene desde luego las nociones de teoría de las construcciones y de la geometría, que conoce los textos clásicos, explícitamente citados por Amico, pero al mismo tiempo es operativo, conoce la obra, es un constructor. No es un caso, entonces, que los capítulos de su tratado con el aparente oxímoron «regla / practica», evidenciando aun más desde el titulo el dúplice contenido de sus prescripciones.
2. Il documento è trascritto nel saggio in Vesco, Maurizio. 2006. «Cantieri e maestri a Palermo tra Tadogotico e Rinascimento: nuove acquisizioni documentarie». *Lexicon. Storie e architettura in Sicilia e nel Mediterraneo*. 5/6: 47-64.
3. Archivio di Stato di Palermo (ASPa), *Secrezia*, vol. 1557, c. 115r. La escalera tenía que entrelazar distintas cotas y por ello se estudió una solución con arcos rampantes. El documento ha sido transcrito en Di Fede 2012.
4. La definizione di volte *a mailla* per indicare volte a padiglione era diffusa soprattutto in area messinese. Il termine si ritrova in un documento del 1572 relativo alle opere di completamento del monastero dell'Annunziata su progetto dell'ingegnere carrarese Andrea Calamech; ASPa, *Tribunale del Real Patrimonio,* Num. Prov, vol. 1957, c. 257r.
5. Neppure Guarino Guarini che è l'architetto che maggiormente riflette le tendenze e gli studi geometrici già utilizzati in Francia dedica a questo argomento una sola tavola.

Lista de referencias

Amico, Giovanni. 1726. *L'Architetto Prattico*, libro I. Palermo: Stamperia di Angelo Felicella.

Amico, Giovanni. 1750. *L'Architetto Pratico*, libro II. Palermo: Stamperia di Angelo Felicella.

Armetta, Antonella. 2015. «Due relazioni di Andrea Gigante per alcuni ponti siciliani ad arcate in pietra (1776)». En *Saperi e confronto. Consulenze e perizie sulle criticità strutturali dell'architettura di età moderna* (XV-XVIII secolo), editado por S. Piazza, en prensa. Palermo: Caracol.

Bares, Maria Mercedes. 2013. «L'architetto e la costruzione». En *Rosario Gagliardi (1690 ca.-1762),* editado por M. R. Nobile, M. M. Bares, 61-91. Palermo: Caracol.

Burgio, Maria Rita. 2007. «Libri di architettura nell'inventario del collegio gesuitico di Palermo». En *La biblioteca e l'architetto. Libri e incisioni (XVI-XVIII secolo) custoditi nella Biblioteca Centrale della Regione Siciliana*. Libro del catálogo de la exposición, editado por M. S. Di Fede, F. Scaduto, 203-209. Palermo: Caracol.

Castrone, Bernardo Maria. 1742. *Brevissimo Compendio della civile architettura castroniana in cui si da un nuovo metodo generale per trovare con un solo precetto tutte le principali membra in ciaschedun Ordine dell'Architettura*. Manuscrito de la Biblioteca municipal de Palermo.

Derand, François. 1643. *L'architecture des voutes ou l'art des traits et coupe des voutes...*Paris: Sebastien Cramoysi.

Di Fede, Maria Sofia. 2012. *Il Palazzo Reale di Palermo in età moderna (XVI-XVII secolo)*. Palermo: Caracol.

Di Fede, Maria Sofia. 2010. «Biblioteche e trattati nella prima metà del Settecento: L'architetto Pratico di Giovanni Amico». En *I libri e l'ingegno. Studi sulla biblioteca dell'architetto (XV-XX secolo)*, editado por G. Curcio, M. R. Nobile, A. Scotti Tosini, 93-101. Palermo: Caracol.

Di Fede, Maria Sofia. 2007. «Libri di autori siciliani». En *La biblioteca dell'architetto. Libri e incisioni (XVI-XVIII secolo) custoditi nella Biblioteca Centrale della Regione Siciliana*, editado por M. S. Di Fede, F. Scaduto, 172-173. Palermo: Caracol.

Huerta Fernández, Santiago. 2004. *Arcos, bóvedas y cúpulas, geometría y equilibrio en el cálculo tradicional de estructuras de fabrica*. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Labisi, Paolo. 1773. *La scienza dell'architettura civile*. Manuscrito de la Biblioteca municipal de Noto.

Mazzamuto, Antonella. [2002] 2003. *Giovanni Biagio Amico, architetto e trattatista del Settecento*. Palermo: Flaccovio.

Neil, Erik. 1995. *Architecture in context: the villas of Bagheria, Sicily*. Phd dissertation, Harvard University. Cambridge, Massachusetts.

Nobile, Marco Rosario. 2013. «Volte in pietra. Alcune riflessioni sulla stereotomia tra Italia meridionale e Mediterraneo in età moderna». En *La stereotomia in Sicilia e nel Mediterraneo,* editado por M. R. Nobile, 7-56. Palermo: Caracol.

Rabasa Díaz, Enrique. 2000. *Forma y construcción en piedra. De la cantería medieval a la estereotomía del siglo XIX.* Madrid: Ediciones Akal.

Scaduto, Fulvia. 2010. «Trattati e manoscritti e raccolte grafiche di architetti siciliani in età moderna». En *I libri e l'ingegno. Studi sulla biblioteca dell'architetto (XV-XX secolo)*, editado por G. Curcio, M. R. Nobile, A. Scotti Tosini, 83-89. Palermo: Caracol.

1987. «Giovanni Biagio Amico (1684-1754). Teologo Architetto Trattatista». *Actas de las jornadas de estudio*. Roma: Multigrafica editrice.

Tosca, Tomás Vicente. 1727. *Tratado de la montea y cortes de cantería*. Madrid: Imprenta de Antonio Marin.

Vesco, Maurizio. 2006. «Cantieri e maestri a Palermo tra Tadogotico e Rinascimento: nuove acquisizioni documentarie». *Lexicon. Storie e architettura in Sicilia e nel Mediterraneo*. 5/6: 47-64.

Vesco, Maurizio. «La scala nell'architettura palaziale cinquecentesca palermitana: continuità e innovazione». En *Le scale in pietra a vista nel Mediterraneo*, editado por G. Antista, M. M. Bares, 54-71, Palermo: Caracol.

La construcción de las Casas Reales del sitio arqueológico de Panamá Viejo

Silvia I. Arroyo Duarte

Desde fechas tan tempranas como 1516 se menciona Panamá en las crónicas, beneficiada por su posición geográfica y utilizada desde el año 500 de nuestra era como asiento de una civilización prehispánica.[1]

El asentamiento original de la ciudad de Panamá, hoy conocido como Panamá Viejo (figura 1), fue fundado por Pedrarias Dávila en 1519 sobre una aldea de pescadores como la primera ciudad española en el Pacífico Americano. Creció como un punto importante para el comercio, la conquista y la colonización (Patronato Panamá Viejo 2006, 28-66).

Desde finales del siglo XVI y durante todo el siglo XVII, se hizo latente el problema de la falta de defensa de la ciudad. Las únicas estructuras para su defensa eran un pequeño fuerte y las Casas Reales, que se mencionan como el conjunto arquitectónico más importante de la ciudad. Con una posición dominante, el edificio fue sometido a constante remodelación, adaptándose al medio y a sus diversas funciones (Patronato Panamá Viejo 2006, 58-66).

La arquitectura y la tecnología constructiva en Panamá Viejo

Existe mucha información sobre la arquitectura y la tecnología constructiva de la antigua ciudad de Panamá[2] (figura 2). Se sabe que al momento de su fundación, Panamá Viejo estaba conformada por simples chozas o bohíos. Más adelante imperó la construcción en madera. Finalmente, se utilizó la mampostería desde finales del siglo XVI. Era muy común la técnica mixta, es decir, la planta baja del edificio en mampostería y la planta alta en madera. Las construcciones se coronaban con una cubierta de tejas (Patronato Panamá Viejo, 2006: 38).

Los lotes en la antigua ciudad eran estrechos y las casas eran de un alto o más. Estos solares estaban medidos en lumbres, sinónimo de luz o distancia entre los dos apoyos de un arco. Equivale a 4,21 metros y se utilizaba dimensionar pilares, arcos y vigas. Un salón podía medir tres por dos lumbres o un portal usualmente medía una lumbre de ancho (Castillero Calvo 1994, 143-185; Tejeira Davis 2007, 88-89).

De la construcción se encargaban los carpinteros, albañiles o maestros constructores y la arquitectura era austera y sencilla. Estaba basada en tradiciones constructivas y artísticas muy diversas, arraigadas en poblados del sur de España, ya que sus habitantes eran: «gran parte dellos originarios de la ciudad de Sevilla». La materia prima la encontraban en los alrededores de la antigua ciudad (Patronato Panamá Viejo 2006, 38; Jaén Suárez 1998, 21-22).

Existen interesantes descripciones de las viviendas de Panamá Viejo entre 1607 y 1648, que indican que la mayoría de las construcciones eran de madera y tejas, con entresuelos y «ricamente labrados y adornados» en su interior (Jaén Suárez 1998, 29-30; Instituto Nacional de Cultura 1975, 18; Jaén Suárez 1998, 89; Sociedad de Geografía e Historia de Guatemala 1946, 29; Exquemelin 1678, 182).



Figura 1
Vista aérea del sitio arqueológico de Panamá Viejo (Durán A., 2014)



Figura 2
Maqueta hipotética de la ciudad de Panamá en el museo de sitio de Panamá Viejo basada en estudios de Eduardo Tejeira Davis (Patronato Panamá Viejo, 2004)

La descripción más gráfica y específica de la construcción en la antigua ciudad de Panamá la hace Juan Requejo y Salcedo en la *Relación histórica y geográfica de la provincia de Panamá* de 1640: «los antiguos fundadores de esta ciudad, con experiencia de algún caso semejante, o por falta de materiales, o

por los calores excesivos, hicieron los edificios para su morada, templos y casas reales, de maderos y tablas, con tan lindo arte y disposición que asientan sobre vasos de piedra los pilarotes o estantes de maderas valientes, maría, cocobola, níspero y guayacán (que en maderaje precioso, cedro muy fino y abundancia del, hace ventaja esta ciudad a todas las del Perú); sobre los estantes ponen sus soleras y vigas, y de una a otra unos maderos delgados que llaman varas, y desta manera doblan dos veces o tres sus edificios; cercándolo todo de tablas con clavos, que llaman de barrote, los maderos tan trabados entre sí unos con otros con clavos de escora y media escora, conforme son menester, y las soleras y cuadrantes con clavos de a dos tercias, que llaman de encolamenta, y donde son menester de alfajía, y después abrazados con las tablas vienen a quedar las casas tan firmes y con tanta fortaleza, que hacen ventaja a las de piedra» (Serrano y Sanz 1908, 51-52).

Esta descripción se puede representar gráficamente con la figura que utiliza la historiadora María del Carmen Mena García para explicar el sistema constructivo panameño (figura 3).

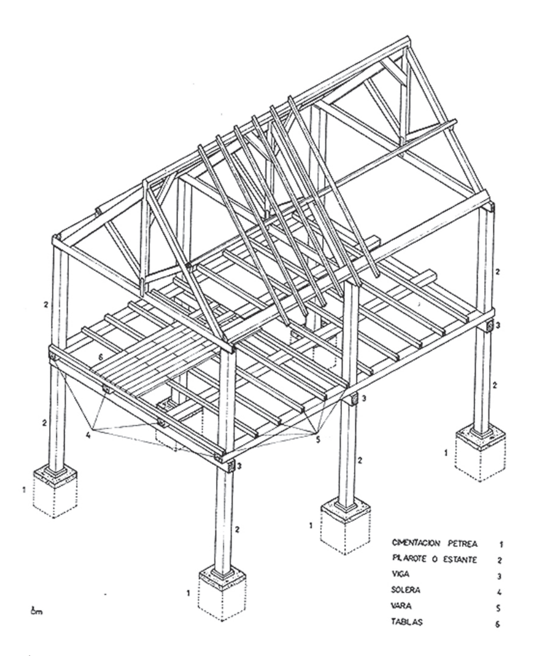


Figura 3
Sistema constructivo o elementos básicos de la estructura de la casa panameña (Mena García, 1992: 117)

Cronología de las Casas Reales

Las Casas Reales fueron los edificios gubernamentales más significativos de la antigua ciudad. En ellas recaían las funciones de fortaleza, Real Contaduría, Real Audiencia, cárcel, vivienda de oidores y presidente de la Audiencia e incluso fundición. Esta construcción estaba situada en un cerrillo al extremo sureste de la ciudad y justo a la entrada del puerto (Patronato Panamá Viejo, 2006: 38). A continuación se desarrollará una cronología y se analizará una hipótesis sobre la tipología arquitectónica y constructiva del edificio.

Primeros documentos sobre la fortaleza y las casas del Doctor Robles (1519-1563)

Ente 1531 y 1533 se había escogido un promontorio rocoso cercano al puerto para una fortaleza. La construcción no iniciaba, y los vecinos empezaron a solicitar los terrenos. El doctor Francisco Pérez de Robles, oidor de dicha Audiencia, utilizó estos terrenos para construirse su propia residencia, en la que alquilaba aposentos a la Audiencia de Panamá a precios exorbitantes. Estas casas se quemaron y Robles intentó construir otro edificio más ostentoso, que nunca fue terminado pero sentó las bases para las Casas Reales. Con la mala gestión de Robles finaliza el primer período de la Audiencia de Panamá, de 1538 a 1543 (AGI Patronato 194, R.4; AGI Panamá 234, L.5: F.24VBIS-F.24RBIS, F.83V-84R, F.101V-102R; AGI Panamá, 235 L.6, F.9V-10R; Castillero Calvo 2006, 189-193; Mena García 1992, 140-144).

El proceso constructivo y la ampliación del edificio (1563-1582)

Con el segundo período de la Audiencia de Panamá (a partir de 1563) inicia un proceso constructivo. Los historiadores lo mencionan como de reconstrucción y ampliación, que parecía no tener fin. Ya para 1565 solicitaban la construcción de un lugar donde habiten el presidente y oidores, donde se reúna la Audiencia, esté la cárcel, el alcalde y la fundición (AGI Contaduría 1454; Mena García 1992, 144-145; Castillero Calvo 2006, 192-193).

Para 1566 se menciona por primera vez el nombre *Casas Reales* (AGI Contaduría 1454). En 1574, una

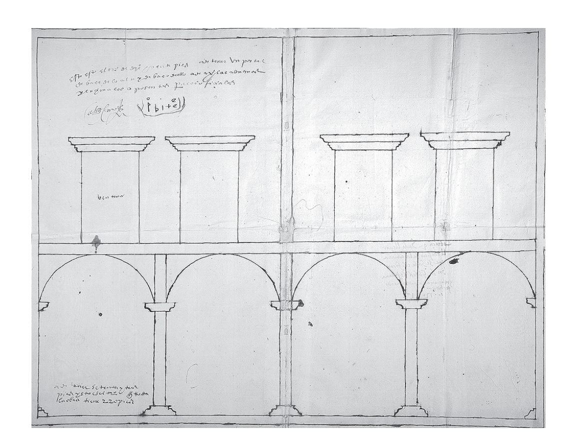


Figura 4
Aduana de Panamá (Probablemente Alonso Cano, 1575)

Real Cédula al presidente y oidores de la Audiencia de Panamá solicita que: «hagan señalar el sitio más cómodo y convincente en esa ciudad donde se pueda hacer casa de la aduana y contratación y que se haga planta y estimación de todo lo que podrá costar» (AGI Panamá 229, L.1: F.10V-11R). Este documento está relacionado con un dibujo (figura 4) que se encuentra en el Archivo General de Indias y está titulado *Aduana de Panamá*. Se indica su fecha probable en 1521, seguramente errónea. El dibujo se entiende claramente como la sección de un edificio, y se puede leer en sus llamados que corresponde a un portal de los aposentos de los oficiales. La historiadora María del Carmen Mena García (1992, 194-196) lo asume como un edificio contiguo a las Casas Reales, y lo fecha en 1575.

La cerca perimetral y demás obras (1582-1586)

En la década de 1580 se sabe que el «maestro principal de la obra de carpintería» se llamaba Martín de Moguruza[3] (AGI Contaduría 1459). Entre febrero y julio de 1586 se construyó una cerca perimetral de madera con una trinchera. Una carta al Rey explica que se ordenó: «en torno a las Vuestras Reales Casas un fuerte de madera con alguna artillería para la defensa de ellas, lo cual se hizo tomando las maderas y los materiales de los vecinos de esta ciudad con promesa de pago». A partir de esta fecha se hacen constantes los gastos en las reparaciones, así como los intentos por construirlas en piedra y fortificarlas (AGI Panamá 30, N.24; AGI Contaduría 1463 y 1465).

Las Casas Reales en imágenes (1586-1632)

Bautista Antonelli[4] realizó por lo menos tres viajes a América y en ellos visitó la ciudad de Panamá. Como resultado de esta visita se tiene el tan mencionado plano *Planta y perspectiva de la ciudad de Panamá* de 1586 (figura 5) que se encuentra en la Biblioteca del Museo Naval de Madrid, España. El edificio, ubicado al sureste y en una península al lado del puerto, se percibe como uno de los más grandes de la ciudad. Haciendo una ampliación, se pueden observar una muralla perimetral y las Casas Reales completamente abaluartadas. Antonelli dibujó una planta arquitectónica en la que se observa un edificio alargado dividido en seis espacios. En el plano se pueden leer varios llamados: uno que dice «Casas Reales adonde están Audiencia y oidores». Se sabe que nunca se llegó a realizar una muralla perimetral para la ciudad y tampoco se llevó a cabo el proyecto para las Casas Reales.

Por otro lado, en la Biblioteca Nacional de España se encuentra la *Planta de la fortificación para las Casas Reales de Panamá* (figura 6), del mismo año y también atribuida a Antonelli. Representa la propuesta para defensa, formada por un fuerte con cuatro baluartes para proteger las Casas Reales. Contaba con un foso, un camino cubierto, una pequeña contra-



Figura 5
Planta y perspectiva de la ciudad de Panamá (Antonelli, 1586)

guardia y un puente. Al verso se lee: «Plano de las Casas Reales de Panamá 14». En dicho plano se observa un edificio alargado, similar al dibujado en el mapa de la ciudad. Tiene un llamado que explica «estas líneas negras son las Casas Reales donde vive el Presidente y oidores» y debajo se lee «Planta de la fortificación para las Casas Reales de Panamá». Se representan unas líneas punteadas, referidas como «alojamiento» y «casas de la ciudad». Todo indica que este plano describía una propuesta de ampliación para las Casas Reales. En tinta negra, se observa el edificio (en su momento) y a colores la ampliación o mejora. Probablemente la propuesta de muralla de menor tamaño y en tinta negra fue trazada después para reducir el tamaño y los costos de la estructura. Esta es otra propuesta inconclusa para la defensa de la ciudad.

En 1590 está fechada la *Perspectiva de las Casas Reales* (figura 7). Este plano se encuentra en el Archivo General de Indias. El dibujo es una vista, entre perspectiva y fachada, del edificio de las Casas Reales. La construcción está dispuesta en tres estructuras adosadas, la del centro, especificada en piedra como casa de la Audiencia. Las laterales, de madera o tabla: Casa de la Real Tesorería y Casa del Presidente. El edificio está rodeado por una cerca perimetral de madera con cañones para su defensa, pero sin baluartes, con una pequeña construcción al lado y se observa su entrada principal a través de un foso y por medio de un puente, desde la calle de la Carrera. El dibujo incluye varios llamados sobre la cerca, el



Figura 6
Planta de la fortificación para las Casas Reales de Panamá (Atribuido a Antonelli, 1586)

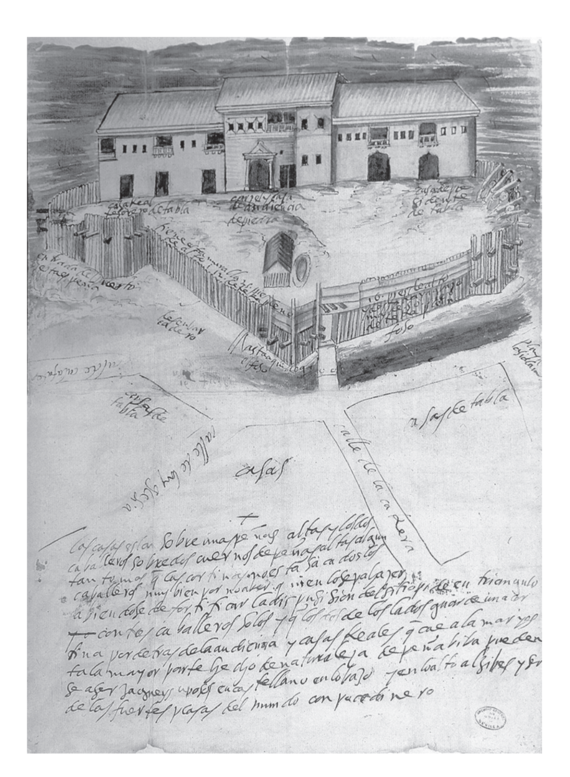


Figura 7
Perspectiva de las Casas Reales (Anónimo, 1590)

puerto y sus alrededores, además de una descripción de las dichas casas.

Está relacionado con una carta del 19 de junio de 1590 (AGI Panamá 33, N.143) que dice: «Vuestra Majestad tiene en Panamá sus Casas Reales en que está la Sala Real de la Audiencia, cárcel y caja real y habitan de presente el presidente y tres oidores, el alguacil mayor, el tesorero, y factor de la real hacienda tenían estas casas que están pegadas unas con otras ciento treinta varas poco más o menos de sitio por la delantera con la sala real y lo demás referido. Son de madera y tablas. Están en sitio alto y sobre la mar combatidas del viento y agua y con esto y ser casi los dos tercios dellas edificio viejo de muchos años es ordinaria la necesidad que tienen de reparos que por que no se caigan y se conserven».

Paralelo a esto, entre 1587 y 1590, los carpinteros Martín de Moguruza, Mateo García, Alonso Cano y Juan Jiménez del Castillo realizan inspecciones en las Casas Reales. Se describen daños en la sala Real,

la cárcel, la casa del oidor más antiguo, la casa del factor, la casa del tesorero, la caja Real, la casa del alguacil mayor o gobernador y la casa del presidente. Prácticamente en todo el edificio. Estas inspecciones derivan en trabajos de reparación. Los mismos maestros de obra vuelven a inspeccionar el edificio en 1600, 1605 y 1608 aproximadamente. Para 1600 señalan el deterioro en las casas de dos oidores y el fiscal. Entre 1605 hasta 1608, son tres casas de los oidores en mal estado. Finalmente en 1608 colapsa la cocina en la casa del presidente de la Audiencia. Al parecer y de acuerdo con todas estas inspecciones, la estructura de madera de las Casas Reales se deterioraba constantemente y creaba grandes gastos a la Audiencia y la Corona (AGI Contaduría 1463, 1465, 1471 y 1473).

Continúan los intentos de fortificar las Casas Reales. De 1609 se conserva la *Discreción (plano) de la Ciudad de Panamá y el sitio donde están las Casas Reales y la Ysla de Perico y las demás Yslas* (figura 8) atribuido a Cristóbal de Roda,[5] que reposa en el Archivo General de Indias, otro de los mapas de mayor difusión de Panamá Viejo. En el plano se observa claramente el foso, la forma de la muralla hacia la ciudad y alrededor de un edificio con similares características al dibujado por Antonelli (pero sin divisiones). Como se ha mencionado, no existe ningún rastro de murallas de este porte.

Durante la primera mitad del siglo XVII, al igual que durante el siglo XVI, se mantiene la correspondencia entre Panamá y España solicitando ya sea la construcción de la aduana, el reemplazo de las Casas Reales por un edificio de mampostería o su fortificación, e incluso oficiales reales que insisten en solicitar aposento en las dichas casas. Cabe mencionar que en mayo de 1621 la ciudad de Panamá fue arremetida por temblor, al parecer con varias réplicas. Aunque no queda claro el estado de las Casas Reales en ese momento, seguramente se vieron afectadas (AGI Panamá 16, R.2:N.18; R.3: N.41; AGI Panamá 34A, N.30; Mena García 1992, 148; Castillero Calvo 2004, 138 y 2006, 198).

En 1632, se publica el compendio «Descripciones geográphicas e hydrográphicas de muchas tierras y mares del Norte y Sur en las Indias, en especial del descubrimiento del Reino de la California» del capitán y cabo Nicolás de Cardona.[6] Está en la Biblioteca Nacional de España en Madrid y contiene mapas coloreados y descripciones de América, entre ellos un mapa de Panamá con su respectiva descripción (figura 9). La calidad y precisión de los planos es pobre, aunque los textos que los acompañan brindaban información valiosa para los navegantes de la época (Hardoy 1991, 97).

Este mapa pasa desapercibido y es muy poco utilizado o citado, probablemente porque carece de veracidad o exactitud. Lo que llama la atención es que el dibujo menciona dos edificios: un cuartel de soldados y las Casas Reales. Asimismo, marca en el sitio unos cañones para defensa del puerto.

La demolición de las Casas Reales y la construcción del «Real Palacio» (1632-1671)

Entre 1637 y 1647, las Casas Reales se derrumban con la intención de levantar un nuevo edificio. El

Figura 8
Discreción (plano) de la Ciudad de Panamá (Cristóbal de Roda, 1609)



Figura 9
Mapa de Panamá (Cardona, 1632)

proceso inicia con los edificios de madera, y finalmente concluye con la construcción en mampostería (AGI Panamá 35, N.22). De 1641 existe una propuesta de Antonio Fonseca que se encuentra en el Archivo General de Indias, pero se sabe que no se llevó a cabo porque no hay rastro de un edificio de esa envergadura en el sitio.

Como se ha mencionado, desde 1532 se propone hacer una fortaleza en la ciudad. Las únicas edificaciones que servían para este fin eran el fortín de la Natividad y las Casas Reales, construcción que todavía estaba edificada de madera. Esto hacía completamente vulnerable a Panamá para un ataque pirata, que no tardó en llegar.

Henry Morgan llegó a la ciudad en enero de 1671, luego de atacar el fuerte de San Lorenzo en el Atlántico y dirigiéndose por río y a pie hasta Panamá. Documentos históricos señalan que «la casa real con la audiencia y almacenes reales de ella está en pie, pero maltratadísima, de tal suerte, que se administra justicia en sitio algo indecente» (García de Paredes 1963, 68; Patronato Panamá Viejo 2006, 58-66).



Figura 10
Fotografía aérea de las Casas Reales (Durán A., 2014)

A partir de la fecha la ciudad fue destruida, abandonada y utilizada como cantera para la construcción de un nuevo asentamiento, hoy conocido como el distrito histórico de Panamá. Las Casas Reales, por su ubicación, fueron utilizadas como un punto importante de un cuartel de policía que se construyó durante el siglo XX, por lo cual quedan pocos restos que interpretar de este monumental edificio, pero que a continuación desvelaremos algunos detalles de su construcción a través de sus inspecciones (figura 10).

Conclusiones sobre la arquitectura y la tecnología constructiva de las Casas Reales a través de los gráficos y las inspecciones

Con la ayuda de estudios realizados por el Patronato Panamá Viejo sobre la traza urbana de la antigua ciudad (Campos y Durán 2007) y la cartografía del siglo XVI, se puede ubicar de manera hipotética lo que podría haber sido su fortificación (la cerca perimetral y el foso) y el edificio (ver figura 11).

Las plantas de 1586 y la perspectiva de 1590 están relacionadas. Se puede observar la silueta del edificio y se tiene una idea de su fachada al observar estos dibujos. Se sabe que eran siete edificios adosados de dos plantas y divididos en tres construcciones (una de piedra en el centro y dos de madera a los lados). Obviamente la vista de la perspectiva está distorsionada y el edificio sería mucho más alargado de lo que en ella se observa.

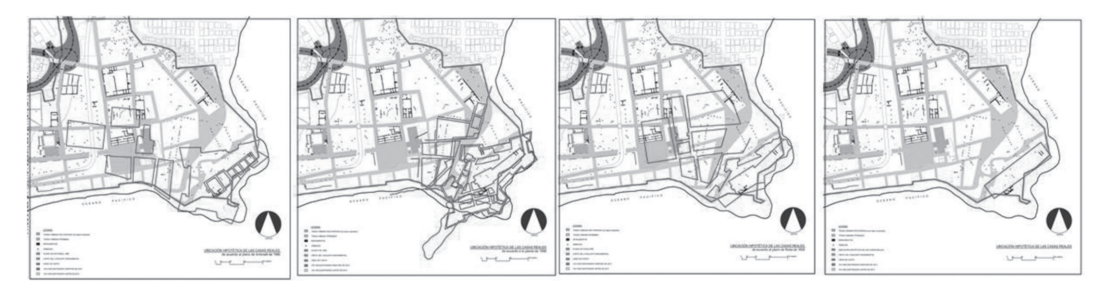


Figura 11
Planta hipotética de localización de la traza urbana original y la cartografía del siglo XVI (Patronato Panamá Viejo, 2014)

Lo que se puede trabajar de manera hipotética es la interpretación de los planos de 1586 y su clara relación con la perspectiva de 1590. De esto se adjunta un dibujo a escala (figura 12) que da a entender la magnitud que podría haber tenido este edificio en este período. Es muy probable que entre el siglo XVI y XVII esta construcción fuera tomada como diferentes viviendas adosadas con una arquitectura de corte renacentista muy sencilla, por esta razón no se ha encontrado referencia alguna al gran tamaño de las Casas Reales.

A partir de los documentos que narran las inspecciones se sabe que los materiales de construcción para las Casas Reales los obtenían en los alrededores de la ciudad y eran de fácil acceso. Son interesantes los datos que proporcionan los legajos del Archivo General de Indias que indican que la piedra y el ladrillo eran traídos en pequeños botes o bateles. También se menciona que «piedra la hay en los arrabales de esta ciudad muy buena y a poca costa» (AGI Panamá 15, R.9: N.96) y que la cal se obtenía ya sea en Pacora (al este) o llegaba (del oeste) en «fanegas de cal que en su barco (se refiere al barco de Alonso Hernández Pacheco) trajo del río de Cárdenas de la calera de Andrés Gómez Mogollon a esta ciudad para el reparo de las Casas Reales» (AGI Contaduría 1474).



Figura 12
Reconstrucción hipotética de la fachada de las Casas Reales aprox. 1586 (Arroyo, 2014)

En cuanto a la madera, son muchas las especies que se utilizan en dicha construcción y en su mayoría nativas: cedro y cedro espinoso, madera amarilla, guayacán, roble, mangle, níspero, quira, pino, laurel y espavé (AGI Contaduría 1459 y 1465). Esta madera se utiliza para reemplazar tablas, varas, soleras, estantes, cadenas y cuadrantes. Se envaran y entablan pisos de madera. Se alzapriman los pilarotes. Se reemplazan tiros de la escalera. Se destejan y se vuelven a tejar las cubiertas, entre otras cosas.

Haciendo un recuento, realizaron inspecciones y reparos en las Casas Reales aproximadamente en 1587-1589, 1599-1600, 1605 y 1608, pero sin realizar cambios sustanciales al edificio. Todo indica que los problemas de erosión por la cercanía de la edificación al mar eran recurrentes y dañaban la estructura del edificio, por asentamiento del terreno. Este problema persiste en la actualidad, aunque en menor manera debido a la crecida de los manglares que rodean y protegen la estructura.

Las primeras inspecciones, realizadas por Moguruza, García, Cano y Jiménez entre 1587 y 1590, indican un deterioro de la estructura hacia el mar (corredores, colgadizos, estantes, atajos, entre otros). Toda la cubierta de tejas y madera estaba en mal estado y tenían que volverla a construir. La madera estaba podrida y la estructura en riesgo de caerse hacia el mar (AGI Contaduría 1463 y 1465).

Entre 1599 y 1600, solicitan a Moguruza y García revisar la estructura, «por ser muy viejas están muy maltratadas y se van acostando a la mar… se van soltando y apartando las cadenas de las soleras y lo mismo otras maderas hacia la parte de la mar y que si no se repara no solo se caerán las dos Casas Reales pero



Figura 13
Reconstrucción hipotética de la sección de las Casas Reales aprox. 1586 (Arroyo, 2014)

podrían llevarse tras si las moradas del dicho tesorero donde está la caja y resultarían otros daños». En 1600, «se había hundido un corredor grande y el suelo holladero» y se realizó otra inspección. En ambos casos es recurrente la referencia a toda la construcción que está hacia el mar. Se llega incluso a calcular un presupuesto, pero se decide no iniciar ninguna obra en las Casas Reales hasta tener una respuesta de la Corona (AGI Contaduría 1471).

Para 1605 García vuelve a inspeccionar el edificio, confirmando que hasta la fecha no se habían realizado reparaciones. Otra vez se solicita la experiencia de García en 1608, pues las Casas Reales «están muy maltratadas y tienen precisa necesidad de repararse». Finalmente autorizan a Mateo García a realizar las obras y reparos, en los que se van descubriendo cada vez más problemas, en su mayoría en la banda del mar (AGI Contaduría, 1473).

El mal estado de la construcción se agudiza, ya que: «su Señoría dicho Señor Presidente propuso y dijo que las cocinas de las casas de su morada el viernes día de Nuestra Señora de la Asunción al mediodía se cayeron todas con catorce piezas de esclavos que se hirieron y maltrataron y para que de nuevo se aderecen, hagan las dichas cocinas como más convenga para que estén fortificadas habiéndose practicado cerca de lo que se debe hacer mandaron que Mateo García e Domingo Álvarez cantero y albañil con asistencia y en presencia del fiscal de Su Majestad y oficiales reales de la Real Audiencia con juramento los dichos Mateo García e Domingo Álvarez lo que convendrá hacer en razón de la obra de las dichas cocinas si han de ser en piedra o madera y hecho esto se lleve y traiga para proveer lo que convenga» (AGI Contaduría 1474).

Es en este momento que inicia la ruina de las Casas Reales. La Audiencia y los funcionarios públicos se mudan a edificios alquilados y la construcción termina por demolerse (AGI Panamá 229, L.1: F.203R-203V). Los documentos datados después de 1609 no son muy claros ni concluyentes y todavía queda mucho por investigar. Queda pendiente hacer referencias cruzadas entre la información histórica, los levantamientos arquitectónicos, los pocos datos arqueológicos que existen y algunos estudios de geofísica que se han realizado en el área. Como mencionan varios expertos, resulta casi imposible imaginarse un edificio de tal categoría en lo que hoy en día son los restos de las Casas Reales. Esta investigación será uno de los primeros pasos para su interpretación.

Notas

1. Sobre este tema ver: Cooke y Sánchez 2004a y 2004b; Casimir de Brizuela 2004; Mendizabal 2003; Torres de Araúz 1981).
2. Sobre este tema ver escritos de María del Carmen Mena García (1992), Alfredo Castillero Calvo (1993, 2004 y 2006) y Eduardo Tejeira Davis (1996 y 2007).
3. Mena García (1992, 145) cita a Moguruza como «alarife de la ciudad» y maestro mayor de las obras de las Casas Reales, relacionándolo con el documento de Contaduría 1457 del Archivo General de Indias (1577-1582). Por otro lado, el historiador Alfredo Castillero Calvo (2006, 194) refiere esta información a Contaduría 1460 (1582-1585). Los datos encontrados en esta investigación conciernen a Contaduría 1459 (1582-1583).
4. Bautista o Baptista Antonelli: hermano menor de Juan Baptista Antonelli, ambos célebres arquitectos militares e hidráulicos del rey Felipe II (Ceán Bermúdez 1977, Tomo III: 58). Se necesitaba personal técnico para los proyectos en las Indias. «El vacío lo llenó, sobre todo, la ingeniería italiana… Entre ellos ocupa lugar preferente, tanto por lo numerosa como por el valor de algunos de sus miembros, la familia de los Antonelli, verdadera dinastía de ingenieros militares y civiles cuya vitalidad dura hasta mediados del siglo XVII» (Angulo y Sánchez 1942, 3-4).
5. Cristóbal de Roda: italiano, sobrino de los Antonelli y había trabajado con el mayor desde 1578, como ingeniero y arquitecto militar e hidráulico. Colaboró con su tío Bautista en América –para ayudarlo como su asistente, debido a sus enfermedades– a partir de 1591, y siguió trabajando en diversas fortificaciones del Nuevo Mundo incluso después su muerte (Ceán Bermúdez 1977, Tomo III: 86).
6. Nicolás de Cardona: sevillano, de familia con orígenes venecianos. En 1610 se alista para servir a la Corona, pasando a la Nueva España como capitán ordinario. Estuvo al servicio de la Compañía de Indias y fue maestre de Cámara. En 1619 se encarga de la empresa familiar. En ese carácter y en sus viajes a España para informar sobre la marcha de la empresa o colaborando en la defensa de algunas plazas fuertes, como la de Panamá en 1619. Estuvo en América hasta 1623, y en 1631 obtuvo licencia para informar detalladamente los pormenores y riquezas de aquella tierra, para lo que escribía en 1632 sus «Descripciones». Su última petición a la Corona está fechada en 1643 (Hardoy, 1991: 98).

Lista de referencias

Angulo Iñiguez, Diego y F. J. Sánchez Cantón. 1942. *Bautista Antonelli: las fortificaciones americanas del siglo XVI*. Madrid: Real Academia de la Historia.

Archivo General de Indias. AGI. Contaduría 1454, 1459, 1463, 1465, 1471, 1473, 1474.

Archivo General de Indias. AGI. Panamá, 16: R.2, N.18, R.3, N. 41; 30, N.24; 33, N.143; 34A: N.30; 35: N.22; 229: L.1, F.10V-11R; 234, L.5: F.24VBIS-F.24RBIS, F.83V-84R, F.101V-102R; 235, L.6: F.9V-10R.

Archivo General de Indias. AGI. Patronato, 194: R.4.

Campos, Juan y Félix Durán. 2007. «La traza urbana colonial del sitio arqueológico de Panamá Viejo: su recuperación». En: *Revista Canto Rodado*, No. 1. Panamá, Panamá: Universidad de Panamá, UNESA, Patronato Panamá Viejo.

Casimir de Brizuela, Gladys. 2004. *El territorio Cueva y su transformación en el siglo XVI*. Panamá: Instituto de Estudios Nacionales, Universidad de Panamá, Universidad Veracruzana.

Castillero Calvo, Alfredo. 1994. *Arquitectura, urbanismo y sociedad: la vivienda colonial en Panamá, historia de un sueño*. Panamá: Biblioteca Cultural Shell.

Castillero Calvo, Alfredo (ed.). 2004. *Historia General de Panamá*. Colombia: Digital Designs Group Inc.

Castillero Calvo, Alfredo. 2006. *Sociedad, economía y cultura material: historia urbana de Panamá la Vieja*. Argentina: Imprenta Alloni.

Cooke, Richard y Luis A. Sánchez H. 2004a. «Panamá indígena: 1501-1550». En: A. C. Castillero (2004). *Historia General de Panamá. Volumen I, Tomo I*. Panamá: Comité Nacional del Centenario o Digital Design Group, Inc.

Cooke, Richard y Luis A. Sánchez H. 2004b. «Arqueología en Panamá (1888-2003)». En: Varios autores (2004b). *Panamá: cien años de República*. Panamá: Manfer, S.A.

Exquemelin, Alexander Oliver. 1678. *Piratas de América*. Madrid: Edición de Manuel Nogueira Bermejillo (Dastin, 2002).

Gage, Thomas. 1648. «The English American his travel by sea and land: A new survey of the West Indias». En: *Nueva relación que contiene los viajes de Tomas Gage en la Nueva España*. Guatemala: Sociedad de Geografía e Historia de Guatemala (1946). Con prólogo de Sinforoso Aguilar.

García de Paredes, Luis Enrique. 1963. «Mudanza, traslado y reconstrucción de la ciudad de Panamá en 1673». En: *Revista Cultural Lotería,* No. 93. Panamá: Publicación de la Dirección de Desarrollo Social y Cultural.

Hardoy, Jorge E. 1991. *Cartografía urbana colonial de América Latina y el Caribe*. Argentina: Instituto Internacional de Medio Ambiente y Desarrollo –IIED- América Latina y Grupo Editor Latinoamericano.

Instituto Nacional de Cultura. 1975. *Descripción corográfica de algunos lugares de las Indias, sacado de informaciones que están en las Secretarías de Consejo: La Ciudad de Panamá y plano de la Ciudad de Panamá (1610)*. Panamá: Editora de la Nación.

Jaén Suárez, Omar. 1998. *La población del istmo de Panamá*. Madrid: Ediciones de Cultura Hispánica. Agencia Española de Cooperación Internacional.

Llaguna y Amirola, Eugenio y Juan Agustín Ceán Bermúdez. 1977. *Noticias de los arquitectos y arquitectura de España desde su Restauración*. Madrid: Ediciones Turner.

Mena García, María del Carmen. 1992. *La ciudad en un cruce de caminos: Panamá y sus orígenes urbanos*. Sevilla: Publicaciones de la Escuela de Estudios Hispanoamericanos de Sevilla.

Mendizabal, Tomás. 2003. «Un siglo de arqueología en Panamá». *Revista Cultural Lotería*, No. 450 y 451. Panamá: Publicación de la Dirección de Desarrollo Social y Cultural.

Patronato Panamá Viejo. 2006. *Panamá Viejo: de la aldea a la urbe*. Panamá: Editorial Patronato Panamá Viejo.

Requejo y Salcedo, Juan. 1640. «Relación histórica y geográfica de la provincia de Panamá». En: Manuel Serrano y Sanz, *Relaciones históricas y geográficas de América Central*. Madrid: Librería General de Victoriano Suárez (1908).

Tejeira Davis, Eduardo. 1996. «Pedrarias Dávila y sus fundaciones en Tierra Firme, 1513-1522. Nuevos datos sobre los inicios del urbanismo hispánico en América». *Anales del Instituto de Investigaciones Estéticas*, Núm. 69.

Tejeira Davis, Eduardo. 2007. *Panamá: guía de Arquitectura y Paisaje*. Sevilla: Consejería de Obras Públicas y Transportes. Panamá: Instituto Panameño de Turismo.

Torres de Araúz, Reina. 1981. *El Panamá Indígena*. Panamá: Autoridad del Canal.

Machinae: el uso de ingenios mecánicos aplicados a la actividad constructiva en época romana

Javier Atienza Fuente

Los grandes logros de la construcción de época romana han estado tradicionalmente condicionados por la imagen ampliamente difundida y estereotipada de grandes masas de individuos de condición esclava y servil aportando la fuerza de sus brazos para la consecución de los grandes hitos constructivos. Esta percepción, no carente de veracidad, pero a menudo exagerada, ha eclipsado, cuando no ocultado, los factores de la inteligencia y la creatividad aplicados a la economía y optimización de cada uno de los procesos que compusieron la actividad constructiva en época romana.

El estudio de las fuentes históricas documentales, artísticas y arqueológicas nos revela la invención y el uso de múltiples artefactos mecánicos con fines constructivos, así como la aplicación a esos ingenios constructivos de principios mecánicos y físicos que ya eran conocidos en la Antigüedad y que sorprenden tanto por su pragmatismo como por la modernidad de su concepción.

Grúas elevadoras, serrerías de madera y piedra, bastidores para el transporte de enormes masas y pesos, así como tornos de rotación, entre otros ingenios mecánicos configuran un panorama constructivo en la época romana muy distinto del que habitualmente nos es transmitido, y que es posible estudiar y conocer a través de las huellas que dejaron tanto en los edificios que se levantaron como en las ciudades en las que se llevaron a cabo dichas actividades constructivas.

Máquinas de transporte

La distancia entre el centro productor de la material prima y el lugar de colocación es uno de los factores fundamentales que repercuten directamente en los costos finales de toda construcción. Los constructores romanos trataron de optimizar la explotación de los recursos constructivos que encontraban en el entorno inmediato al lugar donde debía ser llevada a cabo la obra, pero ello no siempre era posible, bien porque el territorio no ofrecía materiales constructivos en abundancia, o bien porque, cuando éstos existían, la calidad de los mismos no era lo suficientemente elevada como para utilizarlos.

Cuando esto ocurría, no quedaba otra solución que recurrir a la explotación de otros enclaves más alejados para conseguir material constructivo y proceder después a su transporte hasta el lugar donde se necesitaba. El transporte por vía marítima o fluvial permitía el traslado de un elevado volumen de material constructivo a largas distancias, pero la adopción de este método estaba condicionada por la existencia de un puerto de embarque en las proximidades del lugar de explotación, circunstancia que no siempre existía. Así pues, en la mayoría de las ocasiones no quedaba otro remedio que recurrir al transporte terrestre, utilizando carretas que eran tiradas por animales de carga. Los ejemplos de este tipo de transporte son muy numerosos y los podemos encontrar en todo tipo de manifestaciones artísticas tanto pictóricas como escultóricas.

En algunos casos, la envergadura y la monumentalidad de la construcción que se estaba llevando a cabo exigían el uso de bloques de un tamaño y de un peso que hacían prácticamente imposible en la época romana su traslado mediante los métodos convencionales, ya sean marítimos, fluviales o terrestres.

Vitruvio, arquitecto en tiempos de Julio César, escribió su obra *De Architectura* a lo largo de la segunda mitad del siglo I a. C, siendo éste el único tratado de esta disciplina que se ha conservado de la antigüedad clásica, y una de las referencias de primer orden para conocer la práctica edilicia en época romana. El autor, que tiene como fuentes de referencia a los arquitectos griegos de época helenística, trata en su obra, estructurada en diez libros independientes, sobre múltiples aspectos de la actividad constructiva. Los primeros ocho capítulos del Libro X de su obra están dedicados, casi en exclusiva a la definición del concepto de máquina y a sus principios de funcionamiento, así como a la descripción de algunos de los ingenios conocidos en la Antigüedad.[1]

En el capítulo VI del libro X, Vitruvio refiere las soluciones adoptadas por los arquitectos griegos Ctesifonte y Metágenes (padre e hijo respectivamente) a propósito del transporte de las columnas y arquitrabes que formaban parte de la estructura del nuevo Templo de Artemisa en Éfeso, construido alrededor del siglo VIII a. C.

La solución adoptada por Ctesifonte para transportar los fustes cilíndricos consistió en labrar en el centro geométrico de las caras laterales de cada pieza una oquedad en la que introducir y fijar mediante una colada de plomo dos espigas metálicas que actuarían como eje de giro. Estos ejes fueron conectados a un bastidor externo horizontal que permitía, una vez se le aplicaba tracción, y aprovechando la forma de la pieza, que ésta girase sobre sí misma y controlar su movimiento y dirección (figura 1).

Por su parte, Metágenes, el encargado del transporte de los enormes bloques que constituirían el arquitrabe del citado templo, basándose en el método usado para el transporte de los fustes de las columnas, ideó un sistema similar que consistía en hacer que las piezas girasen sobre sí mismas para que, una vez que se les aplicara una fuerza de tracción, se permitiese su desplazamiento controlado. Para ello, este arquitecto construyó dos estructuras cilíndricas con un hueco en su interior que se ajustaba a la forma de la pieza a transportar. Cada una de estas estructuras se colocaba en los extremos del bloque, sobreelevándolo del suelo. El acople en el punto central de ambas caras distales de la pieza de espigas metálicas, de un modo similar al descrito para el traslado de los fustes, permitía controlar la dirección (figura 2).

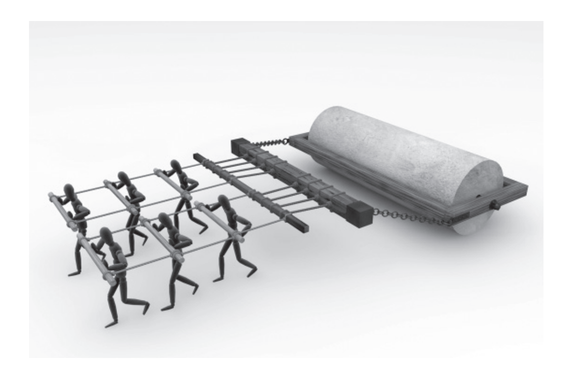


Figura 1
Recreación infográfica de la máquina de Ctesifonte según la descripción vitruviana. Imagen de Arkeografia

Aunque Vitruvio cita algún método de transporte más,[2] son los dos descritos en los párrafos anteriores los que, con mayor probabilidad, pudieron haberse puesto en práctica en la época romana, sobre todo para el transporte de tambores de columna y fustes monolíticos, ya que el sistema permitía su adaptación a todo tipo de tamaños.[3] Los posibles desperfectos que la superficie de la pieza pudiese sufrir mediante

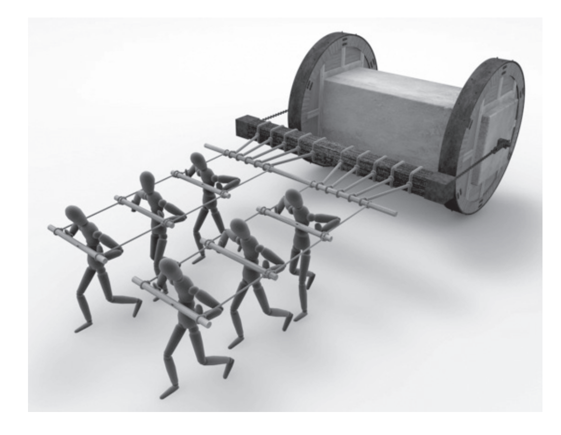


Figura 2
Recreación infográfica del ingenio de Metágenes según la descripción de Vitruvio. Imagen de Arkeografia

este sistema de transporte quedaban solucionados una vez que la pieza llegaba a su lugar de destino, donde su superficie era relabrada y se le daba la forma definitiva que debía tener una vez puesta en obra.[4]

Máquinas de izado y elevación

La arquitectura monumental de época romana precisaba de elementos pétreos que, aunque fuesen de dimensiones modestas, presentaban un peso considerable que debía sobrepasar en muchas ocasiones los varios centenares de kilos. Estos elementos recibían a menudo un desbaste preliminar en cantera que los aproximaba a su forma definitiva y los aligeraba de peso antes de proceder a su transporte hasta el lugar donde se encontraba la construcción.

Cuando la construcción alcanzaba cierta altura era necesario elevar los elementos hasta el lugar donde hubieran de colocarse definitivamente. El izado de cargas no constituyó ningún problema técnico para los constructores de época romana que adoptaron y mejoraron los procedimientos llevados a cabo antes que ellos por los arquitectos griegos.[5]

El dispositivo de tracción más simple utilizado para el izado de cargas reduciendo el esfuerzo es la polea, conocida en la época romana como *orbiculus* o *trochlea*. Se compone de un cilindro o rueda al que se le ha practicado una acanaladura o ranura perimetral y que gira alrededor de un eje que pasa por su centro. La polea simple debe fijarse para poder trabajar con ella. Por la acanaladura perimetral se hace pasar una cuerda que lleva atada en uno de los extremos la carga a elevar. Tirando del extremo opuesto se consigue cambiar el sentido de tracción, haciendo más cómodo el levantamiento de cargas ya que al tirar hacia abajo podemos ayudarnos de nuestro propio peso al realizar el esfuerzo. La polea no reduce la fuerza necesaria para elevar una carga, que será igual al peso que se desea levantar. La polea presenta una limitación importante, ya que no se podrán levantar pesos que excedan el del operario que ejerce la tracción.

El mecanismo usado desde la Antigüedad griega que efectúa una primera división de la fuerza en relación con el peso a mover es el torno elevador, que permite conseguir un movimiento lineal a partir de uno giratorio. El sistema está formado por un tambor, sobre el que se enrolla y desenrolla una cuerda o cable, y que puede hacer al mismo tiempo la función de eje de giro; dos soportes, que permiten mantener el eje de giro en una posición sólida y estable; y, por último, una manivela o palanca que es la que imprime el movimiento al conjunto y la que hace funcionar el mecanismo. En uno de los extremos de la cuerda se fija el peso que va a ser sometido a tracción, mientras que el otro extremo se fija al tambor. Para que el conjunto tenga ganancia mecánica y, por lo tanto, exista una reducción de la fuerza a realizar es imprescindible que el radio de la palanca o manivela sea mayor que el radio del tambor en el que se enrolla la cuerda, ya que cuanto mayor sea aquélla y menor sea éste, menor esfuerzo se deberá realizar para levantar o trasladar un mismo peso.

Tanto la polea como el torno elevador podían usarse de forma separada o bien combinándose entre sí para conformar la cabria o *rechamum*, mecanismo ya descrito por Vitruvio y cuyo uso ha pervivido hasta nuestros días. Este autor describe la cabria como un mecanismo compuesto por un armazón conformado por dos vigas de madera que se ensamblan en ángulo agudo en la parte superior mediante una clavija, mientras que en la parte inferior se separan; una tercera viga hace las veces de trípode, manteniendo elevado el conjunto y dando estabilidad a la estructura; en el vértice superior del trípode se fija una polea y en la parte inferior del bastidor se instala un torno elevador; un cable, que pasa por la polea superior y va unido al tambor del torno permite ejercer tracción sobre el peso a elevar a medida que se activa el torno y el cable se va enrollando en el tambor.

Esta configuración de la máquina no era inalterable en su concepción estructural, aunque si en lo que se refiere a su funcionamiento. Así, en algunas representaciones de la plástica romana se pueden apreciar escenas de construcción en las que aparecen estas cabrias, cuyo tercer travesaño, el que formaría el trípode del bastidor, ha sido sustituido por unos cables tirantes fijados al suelo que mantendrían el resto del conjunto en una posición erguida y, al mismo tiempo mantendrían el espacio de trabajo en el momento del izado y del traslado del bloque totalmente despejado y diáfano.[6]

A pesar de que el uso de este tipo de maquinaria de polea simple y torno elevador accionado mediante palanca debió tener un uso muy extendido y generalizado, ésta presentaba algunas limitaciones, como la

altura que podía alcanzar la cabria o el peso del bloque que se tenía que elevar. Estas limitaciones, no obstante, se veían al menos parcialmente suplidas por la versatilidad de la máquina, la cual podía ser totalmente desmontada en elementos fácilmente transportables y vuelta a instalar en otro punto de la construcción a medida que ésta se iba desarrollando en extensión, o a otro nivel, cuando la construcción avanzaba en altura.

Cuando las necesidades de la construcción requerían un aumento de la potencia de elevación se combinaba la acción del torno de elevación junto con la polea múltiple, consiguiendo tanta mayor potencia elevadora cuanto mayor fuese el número de poleas. Igualmente, el funcionamiento del torno elevador mediante palancas podía ser sustituido por una o varias ruedas huecas (*majus tympanum*), conectadas al tambor y accionadas mediante el esfuerzo de varias personas caminando en su interior. A diferencia del uso del torno elevador accionado mediante palancas, que generaba un movimiento alterno y discontinuo generado por el cambio de posición tanto de la propia palanca como del operario encargado de su manejo, el uso de una rueda motriz accionada mediante el esfuerzo conjunto de un grupo de operarios que caminaban en su interior, otorgaba al conjunto un movimiento continuo y capaz de ser controlado fácilmente reduciendo o aumentando el ritmo y la velocidad de trabajo de los operarios en función de las necesidades que la actividad constructiva requiriese en cada momento. Tanto si el espacio circundante en el entorno del área donde se llevaba a cabo la obra era diáfano, como si se encontraba en una zona de espacios limitados por otras construcciones, el sistema de elevación de torno elevador y rueda motriz podía adaptarse a cada una de las situaciones; así, cuando el espacio disponible era suficiente, podía construirse junto con el resto de los elementos que conformaban el mecanismo elevador o, cuando la disponibilidad de espacio era limitada, independientemente de la cabria pero conectada a ésta mediante cables tensores o cuerdas.

Además de los textos de Vitruvio donde se describe el aspecto y la funcionalidad de este tipo de ingenios mecánicos, la prueba documental del uso de este tipo de maquinaria en obras de construcción durante la época romana lo encontramos de nuevo en la glíptica de la época conservada. Así, un relieve hallado en las cercanías del Teatro de Capua muestra la disposición y el funcionamiento de una cabria accionada mediante una rueda motriz que es puesta en funcionamiento mediante el esfuerzo conjunto de dos operarios que se representan en su interior. En este caso el polispasto de elevación parece estar formado por dos grupos de tres poleas: uno de ellos en la parte superior del bastidor de la cabria y unida a ésta en un punto cercano al encuentro de los travesaños laterales, el otro en la parte inferior, unida a una columna mediante un lazo de cuerda que la apresa y la mantiene en posición vertical.

El Museo Gregoriano Profano de Roma, perteneciente al conjunto de los Museos Vaticanos, conserva entre sus fondos una serie de relieves fechados en los inicios del siglo II d. C. pertenecientes al mausoleo de una familia de constructores que ejercieron su actividad en tiempos del emperador Domiciano. En uno de los bajorrelieves se puede apreciar una escena de construcción en la que aparece un ingenio mecánico de gran potencia elevadora en pleno uso. El elevado nivel de detalle y la minuciosidad con la que está elaborado permiten apreciar y complementar una serie de características técnicas que las fuentes escritas no precisan como, por ejemplo, la presencia de un bastidor basculante cuya inclinación es regulada mediante el uso de poleas múltiples (figura 3).

La combinación de los dispositivos de torno elevador y poleas simples o múltiples podía disponerse de tal forma que la tracción ejercida sobre la carga no fuese sólo vertical, sino también horizontal. Esto re-

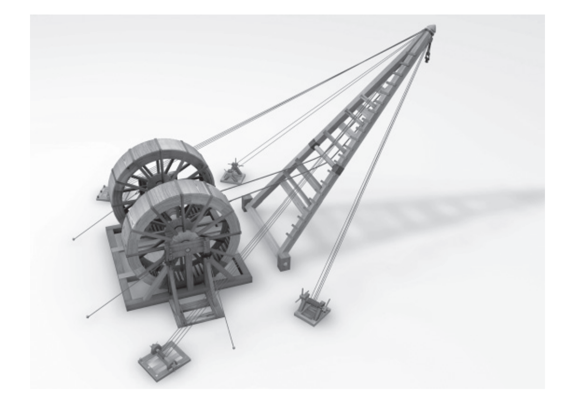


Figura 3
Recreación infográfica de una grúa elevadora de gran potencia realizada a partir de la que está labrada en el relieve de los Haterii. Imagen de Arkeografia

sulta especialmente útil en el caso del arrastre de los grandes bloques pétreos que conformaban el basamento monumental de algunas construcciones hasta su lugar de colocación o, también, para el transporte de grandes bloques desde los frentes de cantera de donde eran extraídos hasta el lugar donde se procedía a su carga y transporte a larga distancia ya fuese por vía marítima, fluvial o terrestre.[7]

Máquinas de corte

El primer ejemplo de la existencia de este tipo de máquinas se localiza en la ciudad grecorromana de Hierápolis de Frigia, en las cercanías de la actual ciudad de Pamukkale en Turquía. Se trata de un relieve labrado en una tapa de sarcófago fechada a mediados del siglo III d. C. El relieve va acompañado de una inscripción en griego que identifica al difunto como un tal Marco Aurelio Amiano y lo presenta como el inventor del ingenio representado en el bajorrelieve.[8]

La pieza se encontraba en la necrópolis oeste situada a ambos lados de una de las vías de acceso a la antigua ciudad, pero no fue hasta el año 2005 cuando llamó la atención de los investigadores debido a la rareza que suponía la representación plástica de lo que parecía ser algún tipo de artilugio técnico: una serie de ruedas de distinto tamaño interconectadas entre sí mediante ejes rectilíneos dispuestos de una forma tal que sugieren la idea de estar en funcionamiento.

Los investigadores encargados de llevar a cabo el estudio del relieve esculpido llegaron a la conclusión de que se trataba de la representación de una máquina destinada a serrar bloques de piedra.[9] Este ingenio mecánico utilizaría la fuerza de una corriente de agua para impulsar una gran rueda. El impacto del agua haría girar la rueda principal con un movimiento continuo. Esta rueda motriz estaría conectada a un eje, el cual, a su vez, transmitiría el movimiento giratorio a otra pieza, a modo de un piñón dentado, montada en su extremo más alejado de la rueda principal. El piñón giraría en el mismo sentido que la rueda motriz y movería una tercera rueda, más pequeña, que actúa a modo de cigüeñal, ya que dos bielas estarían conectadas a su eje de giro, pero en posición excéntrica, y transformaría el movimiento circular continuo en un movimiento horizontal y alterno, imprescindible para un trabajo efectivo de este tipo de maquinaria. La longitud de la excentricidad de los soportes que fijaban las bielas respecto al eje de giro del cigüeñal determinaría la longitud total del movimiento horizontal de las bielas y también el recorrido que tendrían las sierras. Finalmente, en el extremo de cada una de las bielas se acoplaría el sistema de corte que, en este caso, se trataría de hojas de sierra montadas sobre unos bastidores en forma de arco que, mediante unos tirantes longitudinales regulables serían los encargados de mantener la tensión de éstas para evitar que se doblasen o perdiesen eficacia. Según están dispuestos los bastidores en el relieve del sarcófago, esta máquina sería capaz de actuar simultáneamente sobre dos bloques de piedra diferentes. Para darle más realismo y énfasis a la escena, el escultor representó a la máquina en pleno proceso de serrado, pues las sierras están actuando sobre dos bloques que se encuentran a medio serrar.

Aunque el nivel de detalle con que está labrado el relieve es bueno y el nivel de conservación de la pieza es aceptable, el estudio pormenorizado de la representación plástica del mecanismo en ella representado no resuelve todas las dudas. Por ejemplo, en una máquina de este tipo es preciso disponer de un sistema que evite los ladeos, las inclinaciones y las torsiones que se producirían en el bastidor si éste no dispone de un sistema de guía que asegure tanto la perfecta horizontalidad de la hoja de corte durante el proceso de serrado (para que el corte sea homogéneo en su profundidad a lo largo de todo el bloque), así como su verticalidad (para que el grosor de la pieza que se trata de lograr sea uniforme a lo largo de toda su longitud y anchura). En el relieve de Hierápolis no está representado ninguno de estos detalles técnicos con los que, sin duda, un mecanismo de estas características debió contar si se quería que fuese efectivo.

Evidencias arqueológicas indiscutibles presenta la zona que se ha identificado en la antigua ciudad de Éfeso, en Turquía, como un área de producción de elementos pétreos, que estaba en funcionamiento entre finales del siglo VI y principios del siglo VII d. C. En una de las estancias de este complejo industrial se localizó lo que parece ser un área de serrado de bloques para la elaboración de lastras de revestimiento, según las investigaciones llevadas a cabo por Fritz Mangartz.[10]

Las estancias de producción de elementos pétreos se encuentran en la parte más inferior de un extenso complejo industrial destinado a la producción de ha-

rina. Hasta la parte superior de este complejo industrial llegaría un ramal de acueducto que daría energía a una serie de ruedas motrices dispuestas en hilera y en sentido descendente. El agua al descender por gravedad impulsaría las ruedas motrices de los distintos niveles hasta llegar, en última instancia, al área de producción de elementos pétreos.

A pesar de que no se han encontrado restos de elementos fabricados en madera (como la rueda motriz, bastidores, etc.) o metal (hojas de sierra, elementos de sujeción y refuerzo, etc.) que formasen parte del mecanismo de la sierra, la interpretación de algunos huecos dejados en las paredes, así como la presencia de algunos bloques de piedra (dos de ellos abandonados en mitad del proceso de serrado y en el lugar exacto en donde este proceso se estaba llevando a cabo) han servido de base para el establecimiento de una hipótesis acerca de cómo sería el aspecto y el funcionamiento de este ingenio mecánico excepcional.

A unos 3 metros de altura respecto a la cota de uso, en el muro del lado este se conserva un hueco por el que pasaría el canal que hacía llegar el agua hasta la rueda motriz, golpeándola a media altura y haciéndola girar sobre un eje central. La rueda motriz, de entre 3 y 3,2 metros de diámetro y entre 40 y 45 centímetros de anchura estaría parcialmente introducida en un foso abierto en el suelo de la estancia, que presenta una anchura de 50 centímetros y otros tantos de profundidad. Este foso, junto con otro canal de menores dimensiones y profundidad que se extiende en dirección norte, serviría además para recoger el agua que caería de la rueda y la reconduciría al exterior del edificio.

Sobre el foso principal, a unos 5,5 metros de distancia de la pared del lado este, se encuentran dispuestos una serie de bloques pétreos reutilizados procedentes probablemente del espolio de los materiales arquitectónicos de algunos edificios cercanos. Estos materiales de espolio forman una base estable que se levanta unos 80 centímetros respecto a la cota de uso de la estancia. Esta altura coincide con la disposición de dos huecos de forma rectangular, de unos 40 centímetros de lado y otros tantos de profundidad, abiertos en el muro del flanco este y separados entre sí 65 centímetros. Estas cavidades, junto con la base formada con bloques pétreos de reutilización anteriormente mencionada, acogerían los extremos de las vigas y formarían el apoyo principal de la estructura de madera que soportaría la rueda motriz y el eje de giro conectado a ella. Las vigas de esta estructura, dispuestas de forma paralela, tendrían unos 5,5 metros de longitud si se tiene en cuenta la distancia existente entre la pared este de la estancia y la base de bloques pétreos dispuesta sobre el foso central.

En el punto de encuentro entre las vigas del bastidor y el eje de giro es posible que se hubieran dispuesto unas piezas que, a modo de cojinete o rodamiento, servirían de puntos de apoyo a los extremos del eje, contribuirían a reducir la fricción y facilitar el giro, así como a evitar el deslizamiento del conjunto rueda-eje de giro. En cada uno de los extremos de los ejes de giro se dispondrían unos platos o placas que, girando en el mismo sentido que el eje, servirían para acoger uno de los extremos de las bielas con una cierta excentricidad respecto al eje de giro, lo que convertiría en lineal el primigenio movimiento circular del conjunto rueda motriz-eje de giro. En el extremo opuesto de las bielas se situaría el sistema de corte donde estarían acopladas las hojas de sierra que harían efectivo el corte.

Se desconoce la forma que pudieron tener las hojas de sierra, así como el sistema de fijación de éstas a un bastidor que las mantuviera permanentemente en tensión y evitase holguras o torsiones que hicieran disminuir la eficiencia de la maquinaria. No obstante, la presencia de dos bloques abandonados *in situ* en mitad del proceso de serrado permite conocer algunos aspectos técnicos del sistema de serrado; así, la longitud de estos bloques, que alcanzan los 2,6 metros, permite conjeturar que cada una de las hojas de sierra que formasen parte de esta máquina debió tener una longitud cercana a los 3 metros, así como un grosor de pocos milímetros y una anchura cercana a los 10 centímetros.

Los bloques abandonados presentan dos tipos de cortes realizados en el momento de uso de esta área productiva: por un lado, dos cortes completos (uno en cada bloque), cuya posición indica que los cortes eran realizados en la cara interna de los bloques y se avanzaba hacia el exterior de los mismos; por otro lado, se aprecian cuatro cortes parciales (dos en cada bloque, dispuestos de forma paralela y con la misma profundidad), que señalarían que cada bastidor de corte contaba con dos hojas de sierra efectivas en el momento de su abandono y, segundo, que los dos bastidores de corte funcionaban simultáneamente efectuando el corte al mismo tiempo en ambos bloques en el momento en que se interrumpió el trabajo.

Para que las hojas de sierra pudieran realizar su trabajo eficazmente era necesario que se les aplicara un empuje descendente y constante que permitiese el avance por fricción y abrasión del corte. Es probable que dos pequeños agujeros cuadrangulares, abiertos en el muro del flanco este de la estancia a unos 2,6 metros de altura y alineados con otros cuatro agujeros de poste excavados en el suelo, entre los bloques que se estaban serrando, sirviera para la sujeción y el apoyo de algún tipo de superestructura sobre la que se colgarían pesos que ejercerían la presión necesaria para efectuar el corte en los bloques (figura 4).

Un tercer ejemplo de ingenio mecánico de serrado impulsado por energía hidráulica, que ofrece pocas dudas sobre su carácter industrial y su funcionalidad, se encontró en la antigua ciudad de Gerasa (actual Jerash, en Jordania).[11] Aunque el área donde se localizaría el dispositivo mecánico era ya conocida desde el primer cuarto del siglo XX, no fue hasta 2002 cuando éste fue identificado como una instalación industrial destinada a la reutilización, mediante serrado, de bloques de piedra para la obtención de placas de revestimiento para suelos y paredes en nuevas construcciones. El análisis arqueológico del entorno y de los objetos recuperados en el transcurso de las excavaciones realizadas en el lugar ha permitido precisar ese uso industrial referido anteriormente durante un breve periodo de tiempo en la segunda mitad del siglo VI d. C.

Esta instalación se encuentra en el extremo oriental del criptopórtico meridional del templo de Artemisa, ocupando una sala rectangular de 8,65 metros de longitud y 6,65 metros de anchura. En el muro oriental, aproximadamente coincidiendo con el eje central de la sala, se abre un hueco rectangular de 1,35 metros de anchura y 2,30 metros de altura, que presenta sus superficies cubiertas con un mortero rosáceo. En el suelo, al pie de la abertura horizontal y siguiendo el eje central longitudinal, se abre un foso de 0,60 metros de anchura y parcialmente cubierto con losas. El tramo descubierto de este canal tiene una longitud de 3,80 metros y está parcialmente flanqueado por muretes que, partiendo de la pared oriental, se prolongan a lo largo de 2,5 metros y alcanza una altura máxima de 1 metro. Estos muretes laterales están construidos a partir de bloques de caliza trabados entre sí con mortero. Dos de estos bloques de piedra, los más cercanos a la pared del lado este, a ambos lados del canal, presentan en su superficie superior un rebaje cruciforme, de unos 10 centímetros de profundidad, que probablemente pudieran corresponder al sistema de fijación y anclaje del eje de una rueda de molino, ya que estos mismos bloques tienen en su cara interna, la que mira al interior del canal, unas huellas de desgaste de forma circular producidas por el repetido y continuado rozamiento de un objeto de aproximadamente 1 metro de diámetro y compuesto, al menos en esta parte, de piezas metálicas. Este objeto podría corresponder a la pieza de refuerzo que uniría un eje horizontal a la rueda giratoria vertical cuyo movimiento proporcionaría la energía necesaria para poner en funcionamiento el mecanismo instalado en esta sala

Esta rueda motriz, que pudo haber alcanzado un diámetro cercano a los 4 metros, sería impulsada por la corriente de agua que caería en su parte superior y que saldría por una abertura conservada en el muro oriental a casi 4 metros de altura respecto al suelo de uso y unos 45 centímetros de anchura. Esta abertura estaría intercomunicada con una pequeña cisterna localizada en la parte trasera del muro meridional y cuya finalidad sería la de garantizar un aporte continuo de agua y, por lo tanto, un movimiento constante a la rueda motriz.

Lo más probable es que tanto la abertura de la pared meridional como la parte del canal abierto en el pavimento y desprovisto de losas de cubrición habrían formado el cajeado en el que se introduciría parcialmente la rueda motriz de la máquina con una doble finalidad: en primer lugar, el hueco abierto en

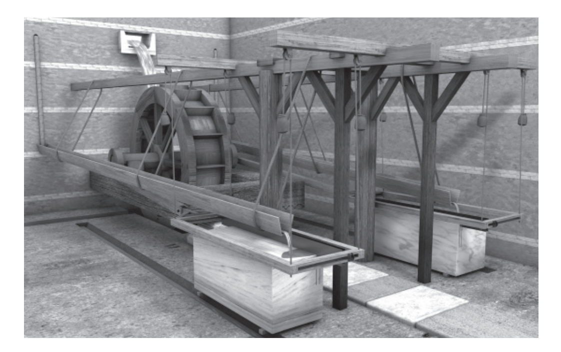


Figura 4
Recreación infográfica de la serrería mecánica de piedra de Éfeso a partir de los estudios de F. Mangartz. Imagen de Arkeografia

el muro permitiría acercar la rueda motriz principal a la fuente de energía, es decir, el canal por donde entraría el agua procedente de la cisterna trasera, y que el chorro incidiese en el punto exacto de la rueda capaz de producir el movimiento en una dirección determinada; en segundo lugar, el tramo abierto del canal del pavimento tendría, a su vez, dos funciones principales ya que permitiría tanto conseguir mayor altura de la rueda motriz respecto del punto de entrada del agua que la ponía en movimiento para, de este modo, conseguir una mayor potencia, como también serviría para mantener recogida y controlada el agua vertida sobre la rueda. El tramo cubierto del canal es realmente una prolongación del tramo descubierto que conduce el agua hasta el exterior del ambiente.

La presencia en el interior de la estancia de dos tambores de columna, que fueron abandonados cuando estaban siendo serrados para reconvertirlos en lastras de revestimiento, viene a arrojar luz sobre el tipo de actividad que se realizaba en ese ambiente. La ubicación de estos tambores de columna, simétricamente a ambos lados del tramo cubierto del canal que recorre el eje central longitudinal del suelo de la estancia, y la improbabilidad de que, por su peso y voluminosidad, éstos hubieran sufrido grandes desplazamientos en el interior de la estancia, es una prueba indiciaria para ubicar los bastidores de corte, que estarían conectados al eje horizontal de la rueda a través de unas bielas que transformarían el movimiento giratorio en movimiento horizontal de vaivén. El número de tambores de columna y la presencia en ellos de cortes en fase de ejecución podría indicar el funcionamiento simultáneo de dos bastidores de corte.

El estudio de estos cortes pone de manifiesto que cada uno de los bastidores montaba juntas cuatro hojas de sierra, rectilíneas, separadas entre sí entre 4 y 5 centímetros, y que producían tres lastras marmóreas a la vez. Las características de los cortes indican que cada hoja de sierra tendría un espesor comprendido entre los 2 y los 3 milímetros y una longitud de al menos 2,50 metros (la longitud del tambor de columna más largo encontrado en la estancia es de 1,67 metros, a esta longitud hay que añadir al menos 90 centímetros más que corresponderían a la distancia mínima recorrida por el bastidor en el movimiento de vaivén). La longitud de las hojas de corte pudo ser incluso mayor si se tiene en cuenta la longitud de los bastidores en los que debieron estar fijadas.

Respecto a los bastidores, el hecho de que debieran mantener tensionadas al mismo tiempo cuatro hojas de corte descarta la posibilidad de la utilización de un cable tensor (que es la solución adoptada en las máquinas de serrar de una sola hoja de corte). La posibilidad más probable pasa por la utilización de bastidores rígidos en las que las sierras fuesen fijadas en la propia estructura del bastidor. Estos bastidores debieron disponer de algún método para evitar que, en su movimiento alterno de vaivén, se produjesen desviaciones, inclinaciones u otro tipo de irregularidades que alterasen el producto final (figura 5).

El panorama tecnológico referido a los ingenios mecánicos de la época romana impulsados por energía hidráulica y destinados al serrado de bloques pétreos no estaría completo sin hacer referencia al poeta Décimo Magno Ausonio (310-393 d. C.) cuya obra descriptiva, que lleva por título *Mosela*, hace referencia a los ingenios mecánicos que eran movidos por la fuerza del agua (entre estos ingenios el autor cita expresamente a las serrerías de bloques de piedra) y que se repartían a ambos lados de un afluente del río centroeuropeo homónimo. De igual manera, el historiador Amiano Marcelino cita en su libro XXIII una *serratoria machina* al establecer la comparación entre el funcionamiento de ésta y el de un determinado tipo de máquina bélica. Por último, Gregorio Niseno, que escribió en el último tercio del siglo IV d. C. parece aludir también a las máquinas de serrar bloques pétreos en uno de los pasajes de su obra *Homilías al Cantar de los Cantares*.

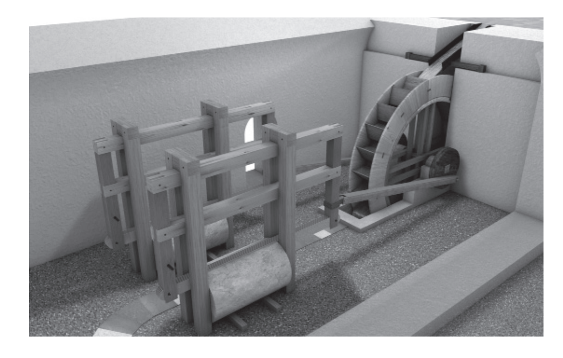


Figura 5
Imagen de la sierra hidráulica de Gerasa elaborada a partir de los estudios de Jacques Seigne y Thierry Morin. Imagen de Arkeografia

Conclusiones

Ya fuese para el transporte de pesadas y voluminosas cargas, o para la colocación de éstas en su lugar definitivo, o bien para la producción a gran escala de elementos arquitectónicos o decorativos, la construcción de la época romana debió de contar con la participación ineludible de diversos ingenios mecánicos que hicieron posible el desarrollo de la arquitectura y la construcción romana hasta unos niveles que no fueron superados hasta hace relativamente poco tiempo.

Los autores antiguos dejaron en algunas de sus obras no sólo descripciones del aspecto de las mismas, en el mejor de los casos, sino también referencias acerca de su funcionamiento y de su versatilidad. El hecho de que algunos de estos autores las describan sin mostrar un ápice de asombro puede, y debe, hacernos reflexionar acerca de si los ingenios tecnológicos, tanto los aplicados al ámbito de la construcción como a otras áreas de la producción y de la economía de la época, no fuesen exóticas excepciones aplicadas en un determinado momento y para una finalidad concreta, sino que su uso era una práctica relativamente común y extendida.

Cuesta creer que algunos mecanismos descritos en los párrafos que anteceden a estas líneas sólo volverán a ponerse en práctica en los momentos preliminares de la revolución industrial que acontece en el siglo XIX.

Notas

1. Ortíz y Sanz [1787] 2001, 237-246.
2. Ortíz y Sanz [1787] 2001, p. 243, donde se cita la máquina de Paconio a propósito de la construcción y colocación de un nuevo basamento para la estatua de Apolo en Éfeso llevada a cabo en época augustea.
3. Son numerosos los hallazgos arqueológicos de tambores de columna y fustes monolíticos que presentan en sus caras distales orificios y huecos como los descritos. Pudieron haber servido para el anclaje del elemento *in situ* en la construcción, pero también pudieron haber tenido un uso previo como fijación del sistema de tracción para su transporte, pues la forma que presentan en uno u otro caso es exactamente igual. El hallazgo en Segobriga, al pie de un frente de cantera, de un tambor de columna con los citados orificios podría apuntar en la dirección de la segunda tesis.
4. En efecto, tanto las columnas monolíticas como aquellas que estaban divididas en tambores, eran extraídas en las canteras con su forma cilíndrica ya conformada y su superficie desbastada de forma regular aunque con unas dimensiones ligeramente superiores a las requeridas. La labra final y afinada de las piezas se debía realizar en las cercanías del lugar donde éstas se ubicasen definitivamente. Véase Atienza, J. 2009, 126.
5. Véase Atienza, J. 2010, 49-53.
6. Esta configuración aparece representada doblemente en un bajorrelieve de terracota hallado en las proximidades de la llamada Vía Cassia en Italia, así como también en otro bajorrelieve exhumado en Terracina; ambos actualmente en el Museo Nacional de Roma. Otra escena de construcción representada en un fresco del *caldarium* de la villa de San Marco, cerca de *Stabies*, muestra el uso de este tipo de maquinaria, con el bastidor conformado por sólo dos travesaños y el torno maniobrado por dos operarios.
7. Algunas canteras contaban con rampas de descenso desde los frentes extractivos hasta la planicie. Esta circunstancia se ha atestiguado arqueológicamente en algunas de las canteras romanas de la zona de Luni-Carrara, así como en el área extractiva del Pentélico en Grecia.
8. Grewe, K. y Kessener, P. 2007, 227.
9. La descripción del relieve así como su interpretación están detalladamente recogidas en Grewe, K. 2010, 381-401.
10. En la descripción de esta máquina se seguirá lo publicado por Mangartz, F. 2007, 235-242.
11. En la descripción de esta máquina se seguirá lo publicado por Seigne, J. 2007, 243-257.

Lista de referencias

Adam, J-P. 1996. *La construcción romana, materiales y técnicas.* Editorial de los Oficios. León.

Atienza, J. 2009. «Explotación de canteras para la obtención de material constructivo en época romana: el ejemplo de Segóbriga». En *Actas del VI Congreso Nacional de Historia de la Construcción* editado por Huerta, S.; Marín, R.; Soler, R. y Zaragozá, A. Vol. 1, 119-128. Instituto Juan de Herrera. Madrid.

Atienza, J. 2010. «Cantería y construcción pétrea en época romana: una aproximación al estudio del trabajo de la piedra en la ciudad de Segóbriga». En *Studia Academica. Revista de Investigación Universitaria,* 16; 11-72. Centro Asociado a la UNED «Alfonso de Valdés», Cuenca.

Grewe, K. 2010. «La máquina romana de serrar piedras. La representación en bajorrelieve de una sierra de piedras de la antigüedad, en Hierápolis de Frigia, y su relevancia para la historia técnica». En *Las Técnicas y las Construcciones en la Ingeniería Romana* editado por

Fundación de la Ingeniería Técnica de Obras Públicas, 381- 401. Córdoba.

Grewe, K. y Kessener, P. 2007. «A stone relief of a water-powered stone saw at Hierapolis, Phyrgia. A first consideration and reconstruction attempt». En *Énergie Hydraulique et Machines Élévatrices d'eau dans l'Antiquité. Actas del Coloquio Internacional* editado por Jean-Pierre Brun y Jean-Luc Fiches, 227-234. Colección del Centro Jean Bérard, 27. Nápoles.

Mangartz, F. 2007. «The Byzantine Hydraulic Stone Cutting Machine of Ephesus (Turkey). A preliminary Report». En *Énergie Hydraulique et Machines Élévatrices d'eau dans l'Antiquité. Actas del Coloquio Internacional* editado por Jean-Pierre Brun y Jean-Luc Fiches, 235-242. Colección del Centro Jean Bérard, 27. Nápoles.

Ortiz y Sanz, J. [1787] 2001. *Los Diez Libros de Arquitectura de M. Vitruvio Polión traducidos del latín y comentados por Don José Ortiz y Sanz.* Editorial Akal, Madrid.

Seigne, J. 2007. «Une scierie hydraulique du VI[e] siècle à Gerasa (Jerash, Jordanie). Remarques sur les prémices de la mécanisation du travail». En *Énergie Hydraulique et Machines Élévatrices d'eau dans l'Antiquité. Actas del Coloquio Internacional* editado por Jean-Pierre Brun y Jean-Luc Fiches, 243-257. Colección del Centro Jean Bérard, 27. Nápoles.

Wilson, A. I. 2008. «Machines in Greek and Roman Technology». En *The Oxford Handbook of Engineering and Technology in the Classical World,* editado por J. P. Oleson, 337-367. Oxford University Press. Nueva York.

Conservação e restauração das bicas públicas de Olinda: São Pedro, Quatro Cantos e Rosário. Sistema colonial de abastecimento d’água

Vania Avelar de Albuquerque

O objetivo deste estudo é a conservação e restauração das Bicas Públicas de Olinda: São Pedro, Quatro Cantos e Rosário. Tais Bicas integram o Conjunto Arquitetônico, Urbanístico e Paisagístico, inscritas nos Livros de Tombo de Belas Artes/1968, e, inseridas no Polígono de Tombamento estabelecido pelo Iphan/1979. Fazem parte do Patrimônio Mundial da Humanidade/1982, quando a Cidade de Olinda foi inscrita pela Unesco, e tombadas isoladamente pela Prefeitura/1985. As Bicas desempenham funções no abastecimento d´água para a população humilde. Enfoques múltiplos complementam a abordagem patrimonial: estudos técnicos Hidrogeológicos, Urbanísticos, Arquitetônicos, Ambientais e Legais. Elas apresentam degradação tendo como principal agente o antrópico: Águas poluídas, impróprias para uso humano; Grau de degradação; Vandalismo; Uso inadequado; Danos. As Propostas das Bicas: Levantamento Cadastral, Organização de Obras e Roteiro de Ações Preventivas buscam a salvaguarda do Bem. As Bicas de Olinda integram o Programa de Aceleração do Crescimento – Cidades Históricas – PAC-CH-2015, com este projeto premiado no Brasil - Premio ANA - Agência Nacional de Águas/Brasília/2012, Categoria Água e Patrimônio.

Introdução

Envolvida por água, a Cidade de Olinda localiza-se às margens de um antigo braço do Rio Capibaribe, mangues e do Oceano Atlântico. No núcleo inicial da colonização, a partir do qual a cidade se expandiu, localizaram-se, praticamente, todos os monumentos históricos, tais como: igrejas, conventos, seminários, muitos deles, com a idade superior a 400 anos.

O centro histórico de Olinda conserva, com muita fidelidade, a trama urbana, a paisagem e o sítio da vila fundada no século XVI, na ocupação portuguesa em 1535.[1] O traçado urbano é informal, característico dos povoados portugueses, de origem medieval, situados em morros, encantando pela paisagem e localização. O caráter próprio e diferenciado de Olinda está nessa ambiência paisagística, mantida ao longo de sua história. Junto ao casario singelo, erguem-se igrejas notáveis. Essas edificações foram construídas a partir do século XVI pelas missões religiosas. A arquitetura civil residencial combina elementos dos séculos XVII, XVIII e XIX, além de elementos neoclássicos do início do século atual.

A Cidade de Olinda situa-se no Estado de Pernambuco, no Brasil, América do Sul, Latitude 8° 02’ 30” e Longitude 34° 53’ 42”. Terceira maior cidade de Pernambuco, possui 43,55 km² de extensão territorial. População de 367.902 hab., sendo 8.447,81 hab/km², apresenta uma alta densidade populacional. Área urbanizada de 36,73 km², correspondente a 98% do município, e 6,82 km² de área rural.

A água desempenha um papel modelador em Olinda. Não só as grandes superfícies de água, como também os rios e o mar configuram os seus limites, obrigando-a a contorná-los. O mesmo ocorre com os

cursos menores, que definem o desenho das suas ruas, às quais vêm ceder o lugar. Os pontos de acesso à água potável desempenham este papel e, pela importância crucial que têm a eles são reservados espaços que lhes conferem boa visibilidade e fácil acesso. O desempenho desta função vital se atribui às Bicas e fontes, por serem importantes referências na imagem e identidade de Olinda.

A importância das Bicas para Olinda

As Bicas integram o primeiro sistema de abastecimento de água de Olinda desde o Séc. XVI. Suas fontes de água constituíram fator determinante na localização da Vila de Olinda, juntamente com a existência de porto natural, ao lado da questão estratégica de defesa, configurada pelas colinas e pela salubridade oriunda dos ventos vindos do mar.

Mostrando pequenas construções, a partir do Séc. XVI essas Bicas foram destinadas ao fornecimento de água à população de Olinda. Ao longo dos anos, foram ficando subutilizadas, diante da infraestrutura de fornecimento d'água instalada na Cidade. Entretanto, em razão de o sistema de abastecimento público estar longe do ideal, a população ainda continua fazendo seu uso.

As Bicas públicas são integrantes do conjunto arquitetônico, urbanístico e paisagístico de Olinda o qual, diante da sua importância Patrimonial, foi inscrito nos Livros de Tombo de Belas Artes, no Histórico e no Arqueológico, Etnográfico e Paisagístico, em 1968. As Bicas também foram tombadas isoladamente pela Prefeitura de Olinda, em 1985, e as mesmas estão inseridas no Polígono de Tombamento do Município de Olinda, estabelecido pelo Iphan em 1979.

Vale salientar que tais Bicas possuem, ainda hoje, valor utilitário para as pessoas mais carentes, que veem nelas uma das maneiras mais fáceis de acesso ao fornecimento gratuito de água. Elas fazem parte do Patrimônio Mundial da Humanidade desde 17 de dezembro de 1982, quando a Cidade de Olinda foi inscrita pela Unesco –Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura–, na Lista do Patrimônio Mundial, Cultural e Natural. Entretanto as Bicas não são apenas monumentos históricos visto que, ao mesmo tempo, embora precariamente, abastecem regularmente de água a população, em especial a mais humilde, do núcleo histórico da cidade.

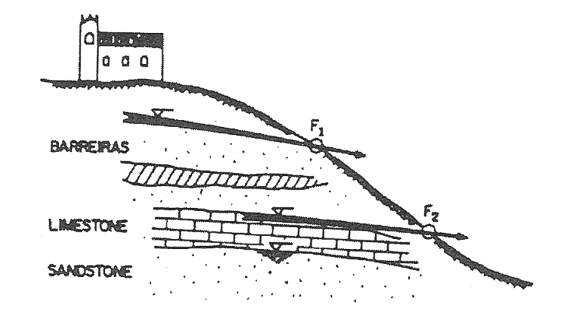


Figura 1
Esquema do subsolo no local das Bicas de Olinda. As águas do lençol freático ao encontrar uma camada de permeabilidade mais baixa, percolam lateralmente e afloram ao longo da encosta - as fontes existem quando e onde o lençol freático intercepta a superfície topográfica, a exemplo de F1 e F2. (Gusmão Filho 2001)

Essas Bicas estão ligadas ao próprio desenvolvimento urbano de Olinda, segundo Cavalcanti (1986). Devido ao aumento populacional da vila, o problema do abastecimento d´água tornava-se crucial, dando margem à procura de novos mananciais nos arredores do núcleo residencial. As fontes existentes, algumas salobras, sobretudo cacimbas não muito profundas, onde pudesse colher o líquido mais puro passou a não satisfazer a demanda. O Rio Beberibe presente em Olinda, um manancial de abastecimento inesgotável, entretanto, sem poder ser devidamente disciplinado e resguardado frente aos vários fatores poluentes.

Considerando estudos do Professor Jaime Gusmão,[2] torna-se indispensável à apresentação de estudos geotécnicos e hidrogeológicos sobre os morros de Olinda ante a situação de risco que tem se apresentado e comprovado desde 2007. Segundo o mesmo, do ponto de vista da drenagem urbana, as Bicas de Olinda têm um papel importante, visto que se acredita que os movimentos das encostas ocorrem devido à saturação do solo que altera suas propriedades físicas e diminuem sua resistência. À medida que essas Bicas drenam as águas do lençol freático, contribuem para a redução dos níveis de umidade do subsolo e colaboram no sentido de diminuir o peso da água dentro do solo. O processo de formação e funcionamento dessas Bicas apresenta-se de forma esquemática na figura 1.[3]

Segundo o Professor Jaime Gusmão, toda vez que o nível da água toca a superfície surge uma fonte, que

também afirma: «fato singular na hidrogeologia local reside na intercomunicabilidade das fontes – estrutura Kantica alimentada pelo arenito friável aquífero». No seu livro, Gusmão cita Manuel Caetano Filho:

As fontes da água que jorra em vários pontos da Cidade de Olinda, na Bica de São Pedro, na Bica do Rosário, na dos Quatros Cantos, e na Bica existente na área murada do Convento de São Francisco, se comunicam entre si, e são meras ressurgências de águas superficiais, de origem meteórica.

As Bicas são impactadas pela existência de variação da intensidade pluviométrica com o tempo de duração da chuva, para diversos tempos de retorno - define-se a chuva efetiva como sendo a parcela de precipitação total que escoa superficialmente, segundo Gusmão. Sua determinação depende de vários fatores dos quais os mais significativos são o tipo de solo da bacia, seu uso e as declividades de suas encostas. A lâmina de chuva excedente, multiplicada pela área de drenagem, fornece o volume total de escoamento superficial direto, refletindo-se nas Bicas.

A Bica dos Quatro Cantos continua com boa vazão, sendo utilizada para banho por trabalhadores braçais e como fonte de água para fins não potáveis. Foi realizada uma estimativa simplificada de vazão com reservatório e cronômetro, onde se obteve o valor de vazão de 0,3 litros/s no início do período de estiagem (Prefeitura Municipal de Olinda 2007). Todavia, nos meses chuvosos, a vazão é maior.

A Bica do Rosário apresenta duas galerias que captam água de dentro do solo da encosta e convergem para um ponto de cota mais baixa. Atualmente, a água da Bica verte para uma canaleta que cruza a Estrada do Bom Sucesso e deságua no córrego remanescente do Val das Fontes - o Rio Tapado.

A Bica de São Pedro, apesar de apresentar maior vazão de água entre as Bicas, hoje é a única que não se mantém ativa, por ter tido seu fluxo desviado para a galeria de águas pluviais pela municipalidade, diante da presente contaminação (Prefeitura Municipal de Olinda 2007).

Nas últimas décadas, as Bicas foram ficando progressivamente contaminadas por esgotos domésticos, levando à realização de análises físico-químicas e bacteriológicas nas três Bicas públicas, já no ano de 2000. Tal situação levou à conclusão de água imprópria ao consumo humano (Prefeitura Municipal de Olinda 2007).

A situação atual das Bicas

Verifica-se uma inversão de valores, abandono e resistência, com relação às Bicas públicas de Olinda, as quais têm sido comumente tratadas como equipamentos de abastecimento d'água obsoletos. Por outro lado, a persistência da população carente em utilizá-las, ainda que precariamente, não se traduz como uma espécie de resistência a uma tradição, mas como uma subversão ao sistema oficial de abastecimento.

As Bicas Públicas de Olinda são detentoras de uma proporção com equivalência e equilíbrio em comodulação perfeita, pela harmonia das suas partes com relação ao todo, resultando em modinaturas particulares nos seus modos de tratamento plástico de grande singeleza.

Das três Bicas, duas apresentam dinâmicas próprias de Largo. Na Bica dos Quatro Cantos, há a previsão da realização de eventos culturais, vez que seu Largo será utilizado como palco de apresentações complementares às atividades da Casa do Patrimônio, sede do Iphan-Olinda, situado em frente à Bica.

A Bica dos Quatro Cantos, peça colonial, com frontispício em estilo clássico, apresenta cercadura com cimalha rampante. Possui pequeno pátio acessado por escada com degraus de pedra em bossel. Bacia de recolhimento em pedra calcárea. Encontra-se em péssimo estado, com água estagnada, pela deficiente drenagem e acúmulo de lixo, devido ao mau uso e vandalismo. Situa-se em pequeno Largo, sustentado por muro de arrimo (figura 2).



Figura 2
Situação de abandono e vandalismo da Bica dos Quatro Cantos. Fonte: do próprio autor



Figura 3
Situação de abandono e vandalismo da Bica do Rosário. Fonte: do próprio autor



Figura 4
Galeria de uma das fontes da Bica do Rosário mostrando a área interna. (escala humana). Fonte: do próprio autor

No Largo do Rosário, onde se encontra a Bica de mesmo nome, situam-se, de um lado, a Igreja Rosário dos Homens Pretos - Monumento Tombado isoladamente pelo Iphan, com a realização de procissões e, do outro, a sede do Bloco Carnavalesco «O Homem da Meia Noite», onde ocorrem eventos momescos, constituindo, ambos, grandes atrativos à população. O Largo, além de abrigar campo de futebol, parque infantil e área de idosos, tem nas suas proximidades, o Horto Del Rey. A Bica é citada no Foral de Olinda em 1537 e única remanescente do Val das Fontes.

A Bica do Rosário apresenta características do estilo barroco, com seu frontispício guarnecido de volutas, curvas e cimalha alteada no centro. Abaixo da

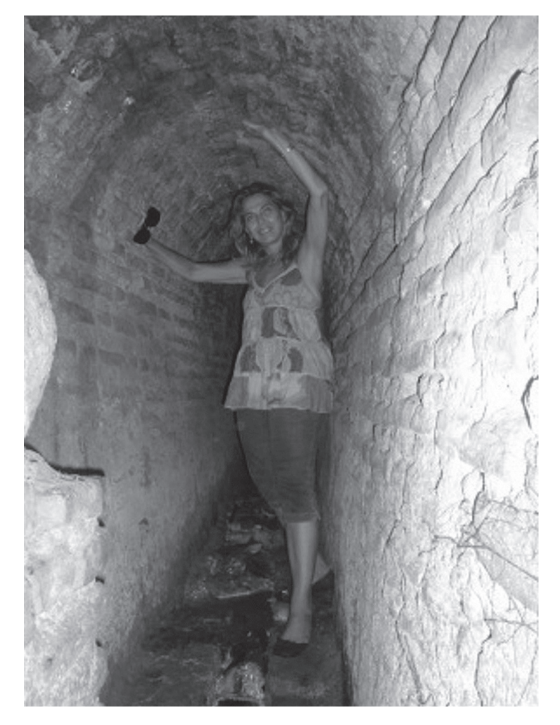


Figura 5
Galeria da outra fonte da Bica do Rosário mostrando a área interna. (escala humana). Fonte: do próprio autor



Figura 6
Situação de abandono da Bica de São Pedro e desprovida de água. Fonte: do próprio autor



Figura 7
Bica de São Pedro, georeferenciamento: Latitude 8º 1' 3,23" S, Longitude 31'51'13,30". Fonte: do próprio autor

cimalha mostra um brasão com o símbolo de Olinda. A Bica esta engastada entre muros de arrimo, criando pátios acessados por escadas lajeadas em pedras, com paredões ornados por dois jarros, com bacia de acolhimento em pedra (figura 3). É a única Bica alimentada por duas fontes mediante galerias (figuras 4 e 5). Apresenta alto estado de degradação, devido ao acúmulo d´água pela deficiente drenagem.

Apenas a Bica de São Pedro, por se encontrar em uma interseção viária, não apresenta fator de atração adicional, além da própria Bica, a mais singela das três Bicas (figura 6).

A sistemática do estudo das Bicas

Verifica-se uma inversão de valores, abandono e resistência, com relação às Bicas públicas de Olinda, as quais têm sido comumente tratadas como equipamentos de abastecimento d'água obsoletos. Por outro lado, a persistência da população carente em utilizá-las, não se traduz como uma espécie de resistência a uma tradição, mas como uma subversão ao sistema oficial de abastecimento.

O estudo das Bicas pautou-se na política de preservação considerando que os Bens Patrimoniais cumprem 4 funções básicas: reforçar a noção de cidadania através de bens de interesse público geridos pelo Estado; materializar a ideia de nação e reforçar a coesão nacional; servir como provas materiais e documentais das versões da história de um povo e de



Figura 8
Bica dos Quatro Cantos, georeferenciamento: Latitude 8º 0' 56,72" S, Longitude 34'51'13,34". Fonte: do próprio autor

sua ocupação territorial; servir como instrumento pedagógico, visando a instrução dos cidadãos (Fonseca 2005).

A valorização das Bicas tem sido desprezada como marcos temporais na composição da paisagem urbana. Talvez esses fatos expliquem a ausência de ações de conservação e restauro, assim como de estudos sobre o tema. Esta é a constatação mais simples do presente Estudo (figuras 7, 8 e 9).

O estudo das Bicas públicas de Olinda teve necessidade de múltiplas abordagens abarcando temas estruturadores como um conjunto de bens patrimoniais que envolvem a Arquitetura e Engenharia Hidráulica, cuja funcionalidade deverá ser mantida, compreendendo os seguintes aspectos:

– Históricos: A localização das cidades luso-brasileiras fundadas no século XVI, seguindo a tratadística e tradições imemoriais, estava ligada a três parâmetros: a) defesa, diante dos ataques de índios e piratas; b) o porto, pela necessidade de comércio e comunicação; e c) a salubridade do sítio, pelos bons ares e oferta d'água.[4] De acordo com o professor Manuel C. Teixeira, uma das principais características das cidades portuguesas era a relação íntima do traçado urbano com as características topográficas do território, que se observava quer na



Figura 9
Bica do Rosário, georeferenciamento: Latitude 8º 0' 3,39" S, Longitude 31'51'11,28". Fonte: do próprio autor

escolha do sítio para a implantação da cidade, nas fases de desenvolvimento urbano (Teixeira 2005):

> Muitas cidades portuguesas localizam-se junto ao mar ou na margem de rios. Os sítios escolhidos para a localização da cidade obedeciam a um conjunto de requisitos que se mantiveram ao longo dos tempos. Fundamentalmente, deviam ser sítios sadios, com boas águas, boas exposições solares e com boas possibilidades de defesa. Se eram cidades costeiras, uma baía abrigada com águas profundas era uma condição essencial. Uma situação muito comum era a localização da cidade numa baía com boas condições de porto natural, com encostas suaves viradas ao sol, percorridas por cursos de água doce e com boas condições de defesa.

Desse modo, a evolução histórica do sítio urbano de Olinda está intrinsecamente ligada ao aproveitamento das fontes de água potável e, posteriormente, à construção de estruturas arquitetônicas apropriadas - Bicas.

– Geotécnicos e Hidrogeológicos: É preciso associar o papel das Bicas de Olinda à integridade do Sítio Histórico como um todo: quanto à natureza do solo e relevo, assim como à essencial compreensão dos recursos hídricos. O Professor Jaime Gusmão destaca o papel das Bicas de Olinda na drenagem das águas do lençol freático, contribuindo para a redução dos níveis de umidade do subsolo, colaborando com a redução do peso da água dentro do solo e atuando na integridade do Sítio Histórico da Cidade.
– Urbanísticos e Arquitetônicos: As Bicas são componentes importantes da paisagem urbana olindense e fazem parte do sistema de abastecimento d'água atual, enquanto equipamentos urbanos. Por tal razão, torna-se necessário apreender as mudanças físicas das áreas de entorno das mesmas e, sob uma perspectiva mais geral, compreender como se comportaram a partir do desenvolvimento da cidade.
– Ambientais: A falta de uma rede de esgotos adequada vem transformando as Bicas em lugares poluídos e disseminadores de epidemias, fato que também é agravado pelo mau uso contemporâneo das estruturas, como banheiro público, local de consumo de drogas, sexo, vandalismo, etc.
– Legais ou Patrimoniais: Na forma de bens patrimoniais, qualquer ação de conservação ou restauro nas três Bicas e seus respectivos entornos devem ser orientados a partir de uma legislação específica, diversa, a nível institucional: municipal, estadual e federal, que incidem sobre o Sítio Histórico de Olinda.

A UNESCO preceitua o esforço internacional na valorização de bens de importância para a referência e identidade das nações, reconhecendo Olinda como Patrimônio Mundial, em 1982, considerando-a Patrimônio de todos os povos. Olinda obteve, ainda, a declaração da Unesco de Patrimônio da Humanidade - Declaração de Valor Universal Excepcional,[5] documento oficial adotado desde 2007 pelo Comitê do Patrimônio Mundial.

A Rerratificação da Notificação Federal N°1155/79 incide sobre o Polígono de Tombamento do Município de Olinda, rebate-se nas Bicas de Olinda, estabelece condições para as ações e projetos dentro dos setores, visando à adequada preservação dos bens. A Bica dos Quatro Cantos localiza-se no Setor A – Área Urbana de Preservação Rigorosa – mais especificamente no Subsetor A1 – trecho do casario mais antigo do núcleo histórico; a Bica de São Pedro localiza-se no Setor B – Área Urbana de Preservação Ambiental – mais especificamente no Subsetor B1 – Varadouro e Carmo; a Bica do Rosário localiza-se no Setor B – Área Urbana de Preservação



Figura 10
Ampliar a escada de acesso ao segundo pátio ocupando a sua toda largura, corrigindo os perigosos vazios nas laterais da escada existente, além de dar maior imponência. Fonte: do próprio autor



Figura 11
Propostas para sanitário público, inserido na encosta, nas proximidades da Bica do Rosário. Fonte: do próprio autor

Ambiental – mais especificamente no Subsetor B2 – trechos de Guadalupe e Bonsucesso.

Estruturação do estudo

Estruturam e conformam os itens deste trabalho os aspectos que se apresentam como produtos dos estudos, listados a seguir:

a) Levantamento de dados históricos e levantamento físico; b) Levantamento de pontos de abastecimento d'água de Olinda, desde o Séc. XVI; Levantamento cadastral das Bicas Públicas de Olinda e seus entornos, com apresentação de planta de locação, planta de situação, planta baixa, cortes e fachadas; c) Maquetes eletrônicas de cada Bica, visando a uma melhor compreensão das suas volumetrias; d) Mapa de danos, com a situação de degradação, capaz de subsidiar um futuro estudo de intervenção; e) Visão Perceptiva - Percurso entre as três Bicas, percebendo-as na paisagem urbana; f) Prospecções arquitetônicas, objetivando a análise química e física de materiais construtivos, com o fim de subsidiar a identificação dos danos e possíveis soluções; g) Diagnóstico das três Bicas e seus entornos; h) Propostas para as três Bicas e seus entornos; i) Proposta de Rota Temática, interligando as três Bicas; j) Proposta de iluminação para as três Bicas e seus entornos; k) Proposta de conservação preventiva para as três Bicas e seus entornos; l) Estudo de organização de obras das Bicas.

Como resultante desses produtos, tem-se a Proposta de Conservação e Restauração das três Bicas Públicas de Olinda e dos seus entornos, requalificando os bens históricos e tombados, restabelecendo as condições satisfatórias de higiene para os usuários, como um componente efetivo de valorização do conjunto urbano.

Dentro do procedimento metodológico para o desenvolvimento destes estudos, foram entrevistados, de forma programada, inúmeros profissionais, Órgãos e Instituições.

A proposta de intervenção

No que se refere à ação de conservação e restauro propriamente dita, a proposta para as Bicas de Olinda: São Pedro, Quatro Cantos e Rosário e seus entornos, se impõe como às de mínima intervenção necessária nas suas estruturas e nos seus entornos no resgate da integridade destes Bens. Respeita-se à individualidade de cada Bica, considerando que cada uma é única, enquanto obra de arte.

Resgata-se o fornecimento de água na Bica de São Pedro e água de boa qualidade com inserção de sistemas de tratamento de água nas três Bicas. Reduz-se o impacto degradador do uso indevido como sanitário, pela ausência nas proximidades, mediante proposta de inclusão de sanitários públicos.

Propõe-se a inserção de indispensáveis sanitários públicos, minimizando a interferência negativa nos Largos do Rosário e dos Quatro Cantos, pois a Bica de São Pedro possui WC público nas proximidades. A proposta de luminotécnica, essencial ao conforto



Figura 12
Propostas para Bica de São Pedro: ampliação da calçada no entorno; recorte na calçada alta que interfere na visualização. Fonte: do próprio autor

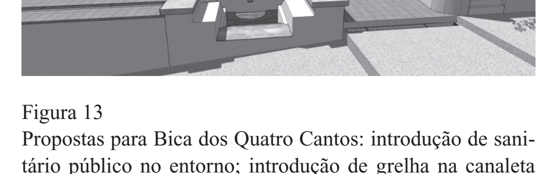


Figura 13
Propostas para Bica dos Quatro Cantos: introdução de sanitário público no entorno; introdução de grelha na canaleta do Largo. Fonte: do próprio autor

da população e visitantes está considerada para as três Bicas, visando à valorização no período noturno.

Os sanitários públicos a serem inseridos no Largo da Bica do Rosário visam a ofertar o serviço à população, incrustando-os no talude, minimizando o impacto visual no entorno, de forma a cumprir sua função, além de proteger a Bica, evitando a poluição e degradação (figuras 10 e 11).

Enquanto a Bica de São Pedro, por se encontrar em uma interseção viária, sem a mesma força dinâmica de um largo, apenas receberá generosa calçada adicional, protegendo-a, mediante um tratamento urbano qualitativo e corte na calçada elevada a direita (figura 12).

Como forma de evitar a poluição e degradação na Bica dos Quatro Cantos, a proposta de instalação de sanitários visa não comprometer o espaço do seu Largo, optando-se pelo uso de espaço livre no prédio da sede do Iphan. Como esta Instituição tem o propósito de desenvolver atividades culturais complementares à Casa do Patrimônio, e tem, entre seus objetivos, a proteção dos Bens, em especial tombados, nada mais justo que ceder pequena área da sua sede, colaborando com a preservação da Bica e Largo, abrigando WC público de acesso independente. O Largo da Bica dos Quatro Cantos será uma extensão da Casa do Patrimônio/Iphan para as atividades culturais (figura 13).

Com base neste estudo, apresentaram-se as ações necessárias a serem realizadas nos atrativos culturais para que os mesmos sejam transformados em produtos turísticos, como a Rota das Bicas integrando-a a circulação turística, utilizando o trenzinho do Sitio Histórico de Olinda, como uma alternativa ao passeio a pé, no percurso de aproximadamente 1400m entre Bicas. A restauração das três Bicas possibilita a inclusão do trecho temático no circuito turístico (figura 14). Este diferencial será ofertado, inclusive, com a possibilidade de visita às duas galerias da Bica do Rosário (figuras 4 e 5).

Enfim, e igualmente consistente, a questão do controle da qualidade da água das três Bicas integra a proposta. Recomenda-se o resgate da sua potabilidade, mediante instalação de sistemas de tratamento da água, conjugados as suas estruturas e compatível com suas vazões. Estas ações são acompanhadas de outras a médio e longo prazo: envolvimento da população através da educação patrimonial e integração na Rota das Bicas de Olinda, complementos funda-



Figura 14
Mapa da Rota Temática interligando as Bicas. Fonte: do próprio autor

mentais para a permanência desses acervos patrimoniais, exemplos singulares do sistema de abastecimento colonial hidráulico surgido com a Cidade de Olinda.

Conclusões

A gênese das Bicas é o abastecimento de água à Cidade, disponibilizadas no espaço público, mas a sua componente ornamental é também um aspecto importante sob o ponto de vista estético. Trata-se, com efeito, de equipamentos com presença marcante no seu local de inserção. Este é o caso das Bicas de Olinda: Bica de São Pedro, Bica dos Quatro Cantos e Bica do Rosário que, embora tenham perdido parcialmente a função básica de fornecimento de água, com qualidade, devido ao sistema de abastecimento moderno existente, guardam permanência no imaginário da população, diante do sentimento de pertencimento conferido.

Considera-se fundamental o envolvimento da comunidade, no caso, na revitalização das Bicas, mediante o processo de restauração e conservação. Entende-se que além da depreciação normal do passar do tempo, as agressões constantemente advindas de ações de vândalos têm acelerado o processo de decadência das belas Bicas que têm sua história vinculada ao processo de formação da Cidade de Olinda, Patrimônio da Humanidade.

Apesar das leis e normas, parece que não há um perfeito entendimento da população do que significa a ação de proteção. Acredita-se que falta aos Institutos, que estão a serviço do povo, agir de uma forma mais clara para ter o apoio da população. A falta de entendimento da população é fruto da deficiência da capacidade dos Institutos nas suas estratégias de trabalhar para o povo e não com o povo. É indispensável ter o povo como parceiro nesta empreitada coletiva visando à proteção dos bens. Afinal, para reconhecer o trabalho dos Institutos se faz necessário, primeiro, conhecer e entender a fim de proteger.

Recorre-se ao pensamento de Jose Saramago «A prioridade absoluta tem de ser o ser humano. Acima disso não reconheço nenhuma outra prioridade»,[6] pela concordância com uma postura de preservação do patrimônio passar pela consideração ao ser humano, por ser o mais importante patrimônio, pois, a partir dele, nele e com ele se inicia efetivo processo de proteção do acervo patrimonial.

Paralelamente a esta ação de reforço ao pertencimento, deverão ser desenvolvidas atividades complementares de apoio e de educação patrimonial. Apresenta-se a proposta de elaboração de Rota das Bicas Públicas de Olinda visando à sua valorização pela população e a sua inclusão no roteiro turístico.

Reforça-se a continuidade da permanência deste conjunto de bens patrimoniais, enquanto integrantes do Sítio Histórico de Olinda, Patrimônio da Humanidade, preservando mediante simples ações de conservação preventiva, que além de proporcionar a contínua manutenção da qualidade ambiental das suas estruturas e entorno, visa garantir a salubridade das suas águas, somada a instalação de equipamentos de tratamentos das águas junto às Bicas, evitando a decrepitude recorrente e progressiva, que leva a contínuas restaurações danosas.

Diante da importância das Bicas para Olinda, no serviço à população ao longo dos tempos, enquanto fator determinante das suas fontes para a fundação da Cidade, este trabalho as resgata, individualmente e no conjunto, como elementos que proporcionam a possibilidade concreta de usufruto pela população e visitantes, um serviço com adequado tratamento das suas estruturas e retomando a qualidade das águas publicas, enquanto bem de direito do cidadão.

Recomenda-se que seja realizado estudo nas demais Bicas existentes em Olinda, visando a reconhecer e revalorizar estes importantes componentes de abastecimento de água à população da cidade, desde os primórdios até os nossos dias, tendo-se em conta o valor da água –quantidade e qualidade– na vida da população.

Dentro da proposta, além da conservação preventiva e restauração mediante mínima intervenção nas suas estruturas, está o restabelecimento das condições satisfatórias de higiene para os usuários, com proposta da instalação de sistemas de tratamento das suas águas contíguo as Bicas, a fim de ser um componente efetivo de valorização do conjunto urbano.

Notas

1. Vanildo Bezerra Cavalcanti, em sua obra Olinda do Salvador do Mundo, p. 24, afirma que de acordo com a declaração do seu fundador, Duarte Coelho, Olinda,

já vila em 1935, nasceu, conforme certidão de idade –o Foral–, em 12 de março de 1537 (Cavalcanti 1986).

2. Entrevista com o Professor Jaime Gusmão, em Recife, jan/2011, emérito da UFPE, especializado em Geotecnia, titular da cadeira de Mecânica dos Solos e Fundações (Gusmão Filho 2001).
3. A Formação Barreiras, de idade plio-pleistocênica é a mais extensa dentre as unidades geológicas que ocorrem no segmento litorâneo de Olinda. Formação constituída de depósitos pouco consolidados.
4. Por exemplo, Vitrúvio (Séc. I a.C.) reserva em seu tratado todo o capítulo 8 para o estudo do abastecimento d'água urbano (Polião 1999). Informações semelhantes se encontram ainda no tratado de Leon Baptista Alberti em seu tratado Dez Livros de Arquitetura. Ver Cap. I (Alberti 1966).
5. Esta declaração justifica as razões pelas quais um bem admitido na lista do Patrimônio Mundial é considerado de valor universal excepcional, como satisfaz os critérios pertinentes às condições de integridade e autenticidade e como satisfaz os requisitos de proteção e gestão para manter esses valores em longo prazo.
6. Epígrafe do livro Ensaio sobre Cegueira (Saramago 1995).

Referências Bibliográficas

Alberti, Leon Battista. 1966. *Tratado de Leon Baptista Alberti*. Traduzido por Giovanni Orlandi. 2nd ed. Milano: Polifilo.

Cavalcanti, Vanildo Bezerra. 1986. *Olinda do Salvador do Mundo: biografia da cidade*. Recife: ASA Pernambuco.

Fonseca, Maria Cecília Londres. 2005. *O patrimônio em processo: trajetória da política federal de preservação no Brasil*. 2nd ed. Rio de Janeiro: UFRJ/Minc - IPHAN.

Gusmão Filho, Jaime de Azevedo. 2001. *A cidade histórica de Olinda: problemas e soluções de engenharia*. Recife: Editora Universitária UFPE.

Polião, Marco Vitrúvio. 1999. *Da arquitetura*. São Paulo: Hucitec/FUPAM.

Prefeitura Municipal de Olinda (PMO). 2007. *Situação geotécnica e hidrogeológica no Sítio Histórico de Olinda-PE*. Recife: Convênio PMO e Fundação para o Desenvolvimento da UFPE/Departamento de Engenharia Civil-UFPE.

Saramago, José. 1995. *Ensaio sobre a cegueira*. São Paulo: Companhia das Letras.

Teixeira, Manuel C. 2005. «A cartografia urbana histórica: fonte para o Entendimento das Morfologias Urbanas de Origem Portuguesa». *I Simpósio Luso-Brasileiro de Cartografia Histórica,* Rio de Janeiro.

Messina después del terremoto de 1908: nuevas técnicas y lenguajes antiguos

Paola Barbera

El terremoto de Messina, el 28 de diciembre de 1908, da una aceleración radical a la difusión de las construcciones en hormigón armado también en una tierra como la Sicilia, lejana de los lugares adonde la nueva técnica ha sido puesta a punto y patentada.

Después de la destrucción de la ciudad, la demanda de edificios más seguros lleva a la adopción de unas normas de cálculo y al uso de estructuras en hormigón armado y impone su utilizo en la reconstrucción de los edificios públicos.

Si se ha sido estudiado ampliamente el rol propulsor del sismo en el desarrollo de las teoría de cálculo y de las prácticas aplicaciones del hormigón armado (Iori 2001), menos ha sido investigada la relación, muy a menudo conflictual, entre la nueva técnica constructiva y los lenguajes de la arquitectura.

Una rica documentación, guardada en los archivos públicos y en los privados de los arquitectos que trabajaron en Messina después del 1908, permite de reconstruir en detalle la historia de unas obras en las cuales se experimentaba el sistema de pórticos en hormigón armado pero, al mismo tiempo, se busca de reconfigurar la cara de la ciudad preexistente adoptando el lenguajes del pasado.

Arquitectos y comitentes se confrontan con dos exigencias de natura profundamente distinta y muy a menudo difícilmente conciliables: por un lado se pide a los técnicos construcciones más seguras, construidas con técnicas modernas y que puedan resistir a un evento sísmico, por otro lado se pretende que la mismas puedan volver a presentar los lenguajes y las formas de un pasado prestigioso que ya está perdido. Las obras para el nuevo palacio del Ayuntamiento de Messina es uno de los lugares en los cuales este conflicto se presenta con mayor evidencia.

Un antecedente

Unos meses antes del terremoto, entre junio y julio de 1908, las páginas del *Corriere di Catania* hospedan un áspero debate sobre el uso del hormigón armado, entre dos profesionales de releve de la ciudad. Filadelfo Fichera (Catania 1850-1909), afirmado ingeniero, autor de proyectos y planos para la ciudad y jefe de la oficina técnica del ayuntamiento, y el más joven Tommaso Malerba (Catania 1866-1962) se confrontaron sobre el tema de la seguridad del hormigón armado (Sorbello 2014).

La polémica tiene origen en unos casos personales ligados a unas obras en Catania, y se mueve siguiendo los miedos y las preocupaciones que se generaron por el reciente derrumbe ocurrido durante la construcción de un edifico en hormigón armado de la Unione Cooperativa en Milano, pero lo que nos interesa poner de manifiesto en este documento tiene en cambio un carácter más general.

No existe todavía, en los primeros años del Novecientos, una normativa de referencia que regule las construcciones en hormigón armado y entonces evaluaciones y elecciones están dejadas en mano del proyectista por un canto y a las comisiones de edifi-

cación llamadas a expresarse relativamente a la construcción de los edificios por otro lado.

El proyecto de Tommaso Malerba para una vivienda de cinco pisos a realizarse con estructura en hormigón armado, es acusado de ser «para nada una vivienda en hormigón armado, sino en hormigón desarmado: un edificio en hormigón armado tendría que tener en los muros exteriores, en los tabiques y en los forjados un retículo metálico general, estudiado de forma de ser ben conectado, como si fuera una jaula a compartimientos múltiples» (Fichera 1908).

Fichera considera entonces que la estructura de hormigón armado tenga que ser compuesta por muros y forjados y que la armadura tenga que interesar de forma muy extensa los muros exteriores y los internos.

Malerba por lo contrario – plenamente convencido de la naturaleza «puntual» de la construcción a pórticos en hormigón armado, que basa su resistencia en los pilares y no en los muros – contesta sin hesitación: «la parte armada de un edificio constituido como se dice en «hormigón armado» está constituida por los pilares y por los forjados; lo que hay entre los pilares, para la formación de los muros y de los tabiques, no está constituido por una armadura metálica (como opina equivocadamente el Fichera), sino por material común o bien piedras artificiales en hormigón sin armadura» (Malerba 1908).

El debate contiene también la cuestión de la resistencia sísmica de las nuevas estructuras, Fichera considera que su uso es especialmente arriesgado en una tierra sujeta a terremotos; mientras, al revés, Malerba cree la estructura de hormigón armado como la más apta a resistir a las solicitaciones de un sismo.

Para sostener sus ideas, Malerba hace referencia explícita a los textos redactados por Camillo Guidi, Silvio Canevazzi , Giovanni Battista Marro (haciendo referencia a los reglamentos aprobados por las ciudades de Torino en el 1903 y de Ferrara y Ravenna en el 1904), cita ensayos y datos publicados en la revista *Cement and Engineering news*, demuestra un conocimiento analítico de los reglamentos, que habían sido adoptados en Suiza y Alemania entre 1903 y 1905 y de varias patentes internacionales.

Para contestar puntualmente a las observaciones de la Comisión de Edificación, Malerba examina los distintos elementos del edificio de cinco pisos en ejecución (Casa Inserra) – en especial modo «los pilares de hormigón armado» y los «los forjados con vigas de hormigón armado» - que han sido calculados teniendo en cuenta «los ensayos que realizó el Prof. Guidi en un local del taller de construcción de la artillería a Torino […] las ensayos de choques realizados en los forjados de la Exposición de 1900» (Malerba 1908).

De esta confrontación que se desarrolló en las páginas de los periódicos nos interesa subrayar dos elementos: el primero se refiere al hecho que ya antes del terremoto se observa un fuerte debate sobre el uso del hormigón armado (y sobre que se entiende por hormigón armado); el segundo es ligado a la amplitud de las referencias nacionales e internacionales en materia de normas y ensayos utilizados por unos proyectistas como Malerba, testimonio de una actualización profesional difundido y de una capilar circulación de revistas y textos.

Después del terremoto

A distancia de unos meses, el terremoto de Messina transformará la polémica en un debate de viva actualidad.

El 2 de enero de 1909, pocos días después del terremoto, Pasquale Villari escribe «El otro argumento que hace falta examinar es la reconstrucción de las viviendas, de los edificios públicos y privados. El problema se estudió muchas veces, las normas a seguir se encontraron por la grande experiencia hecha en Japón. […] Una comisión gubernamental tendría que hacer conocer a todos las normas y buscar la forma para que sean adoptadas generalmente. Tendríamos que aprovechar también de la grande y dolorosa experiencia actual, estudiando cual son las construcciones que han sufrido más, cual son las que han resistido más? [...] No se trata solamente de poner remedio al presente, se trata de proveer también al porvenir».[1]

La ola de emoción después del desastre genera múltiples iniciativas, públicas y privadas, a escala nacional e internacional (Fontana 1981, 77-87).

En el frente de las acciones públicas el gobierno nombra inmediatamente una comisión técnica para individuar las normas que tenían que ser de obligado cumplimiento para la reconstrucción en los municipios afectados por el sismo. Un primer reglamento es emanado el 18 de abril de 1909 con el Real Decreto n.193.[2] Los tiempos son muy cortos y la falta de un

sistema de cálculo compartido genera objeciones de varia naturaleza.

Un segundo reglamento es emanado con el Real Decreto n.1104 de 6 de setiembre de 1912, como consecuencia de ulteriores trabajos de una nueva comisión, en contestación a preguntas y dudas levantados, en especial modo sobre las radicales limitaciones en altura de los edificios en albañilería (permitidos si con una sola elevación fuera de tierra) y sobra las modalidades de cálculo propuestas.[3] La misma comisión sigue en el año siguiente sus trabajos: el documento *Istruzioni tecniche. Metodo di calcolo – Applicazioni*[4] [Instrucciones técnicas, Método de cálculo - Aplicaciones] completa, con una serie de ejemplos que se utilizan como guía para los cálculos de estabilidad de los edificios, el trabajo desarrollado por los técnicos, entre los cuales tiene un rol decisivo Silvio Canevazzi e Modesto Panetti.

Las normativas adoptadas imponen alturas reducidas para los edificios privados y también para los públicos: 10 metros es el límite previsto para la altura de los nuevos edificios, que no pueden superar dos elevaciones fuera de tierra. Edificios aislados, con aéreas libres alrededor, pueden alcanzar alturas mayores previa aprobación del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici [Consejo Superior de las Obras Publicas] y solamente por «razones de publica utilidad, de servicio público, de culto, de interés artístico o de servicio industrial»,[5] en estos casos la altura máxima permitida es de 16 metros. Las bóvedas de cualquier tipo están prohibidas, así como los voladizos están reducidos al máximo a un saliente del muro de 0,40 metros para las cornisas y afines y de 0,60 metros para los balcones (Borgese 2008, Giuffrè 1997).

Como se verá después, el respecto de las normas en la elaboración de los proyectos arquitectónicos que quieren reconfigurar la cara de la ciudad destruida creerá no pocos problemas.

En los días siguientes al terremoto, también Tommaso Malerba se acerca a los lugares del desastre y la observación de los derrumbes y de cuanto había resistido al sismo le sugiere de volver a proponer, esta vez en un texto orgánico, sus consideraciones sobre el hormigón armado (Malerba [1909] 2008).[6]

Malerba se da cuenta de un aspecto que será central en los asuntos de la reconstrucción: la elección de limitar la altura de los nuevos edificios no permitirá, según el ingeniero, una reconstrucción adecuada de la ciudad, ni bajo el punto de vista económico ni por el aspecto formal. Sin embargo, el hormigón armado tendría que ser la respuesta para construir en seguridad edificios que superen los dos pisos. En respuesta a las normas emanadas en 1909 Malerba vuelve a proponer en una segunda edición si texto con esta introducción:

> Se escuchó la voz de muchos por la Comisión Real que determinó las normas para la nuevas construcciones estables en las zonas sujetas a movimientos sísmicos.
>
> Mi voz fue casi solitaria, cuando, inmediatamente después del terremoto, traté más veces el argumento de las nuevas construcciones y hice lo mejor que pude para que la Comisión Real propusiera un sistema, no pretendía el mío, para permitir el renacimiento de los palacios monumentales que fatalmente se habían derrumbado (Malerba [1909] 2008, 29).

El objetivo del ingeniero catanes no era entonces sencillamente reconstruir en seguridad, sino también reconstruir la cara «monumental» de la ciudad destruida.

El hormigón armado es considerado además por Malerba un «método de construcción eficaz, seguro, barato […] y el método barato se impone porque, aunque no teniendo los miles de millones necesarios, se tiene que devolver a las ciudades destrozadas la antigua estética, el antiguo esplendor» (Malerba [1909] 2008, 32).

La individuación del hormigón armado como respuesta al problema de la reconstrucción desde el punto de vista de la seguridad es bastante difundida, Malerba es, sin embargo, entre los pocos a sostener la necesidad de este sistema también para reconfigurar la cara de la ciudad por medio de proporciones distintas de las que permiten los edificios de máximo dos elevaciones: «Si no soy el solo, soy entre los pocos que navego contra corriente. Yo aconsejo e insisto para volver a tener las casas altas y bellas como sugiere la edificación moderna, la comodidad y también la economía social» (Malerba [1909] 2008, 36-37). Aunque para sostener su tesis cita el Claus Spreckels Building de San Francisco – edificio alto alrededor de 70 metros, que ha resistido al terremoto del 18 de abril de 1906 – su propuesta de reedificación se para a una altura de tres o cuatro pisos para las viviendas, aunque superior a los dos pisos para los diez metros de alturas que aconsejaba la mayoría.[7]

Entre las iniciativas privadas, de particulares o de asociaciones, tiene gran releve el Concurso Interna-



Figura 1
Giuseppe Torres, Ayuntamiento de Messina, planimetría (Domenichini 2001, 133)

cional sacado en 1909 por la Società Cooperativa Lombarda di Opere Pubbliche, con la intención de seleccionar el sistema de construcción más apto para resistir a los futuros terremotos. La victoria de Arturo Danusso, alumno de Camillo Guidi y fuerte conocedor del hormigón armado por su practica en la empresa constructora Porcheddu, confirma definitivamente el predominio de esta técnica, capaz de soportar los movimientos inducidos por el sismo sin desconectar entre si las diferentes partes de la estructura gracias a su ligereza aunque al mismo tiempo es monolítica (Danusso 1910; Iori 2001; Sorrentino 2007).

Con resultados formales muy distintos, también Giuseppe Torres utiliza el hormigón armado para rediseñar Messina. En el texto *La casa antisismica: brevetto 27 gennaio 1909* [*La casa antisísmica: patente 27 de enero de 1909*] propone, a pocos días del terremoto, la posibilidad de reconstruir la ciudad por medio de edificios que confían su capacidad resistente además que en el material a la «forma tubular que por una ley estática natural soporta resistencias excepcionales que ninguna otra forma podría alcanzar, y permite espesores muy sutiles, para las paredes, disminuyendo el peso a ventaja y en oposición a la ley de gravedad».[8]

A la ideación de Torres no tiene que ser extraña la observación de la ciudad después del terremoto: en una capa de ruinas que a veces ha levantado de metros el nivel de las calles quedan de pie solitarias y intonsas las ábsides de unas iglesias normandas y medievales a testimonio de su capacidad de resistencia al sismo de la forma semicircular (Domenichini 2001; Pirazzoli 2008; Sutera 2015). También la visión prospectica de la ciudad, encerrada entre el mar y la línea sinuosa de las colinas que la rodean, releva que el modelo escogido por Torres es aquel de la arquitectura religiosa de la era media a la cual están inspirados los principales edificios de la ciudad. Después de haber ilustrado la necesidad de utilizar el hormigón armado para la naturaleza monolítica del material Torres añade: «la decoración y la ornamentación no están excluidas en mis fabricas […] tendrán que estar hechas por un material más liguero y más débil que el hormigón, tendrán que ser colocadas de forma de quedar estáticamente independientes de la masa principal. Por supuesto dichas decoraciones tendrán que ser llanas, ligueras, con poco o nulo saliente. Por ello se puede utilizar por supuesto la superba arcilla de Sicilia» (Barucci 1990, pp. 61-63). El lenguaje de las arquitecturas normandas y sus transformaciones en la era media responden llenamente a cuanto requerido por Torres: salientes muy reducidos, juegos de colores en las superficies, taraceas geométricas en masas estereométricas (figura 1).

También en ámbito local acreditados proyectistas y profesores sicilianos reconocen en el nuevo material una de las claves del acceso a la modernidad.

En diciembre de 1915 se abre el curso académico de la Universidad de Messina, el primero después del terremoto. La lección inaugural la dio Enrico Calandra (Caltanissetta 1877- Roma 1946), que toca un argumento de cociente actualidad en una Messina aun recubierta de escombros. En su discurso, que lleva el título *Modernismo e Tradizionalismo Architettonico*, [Modernismo y Tradicionalismo Arquitectónico] Calandra individua el hormigón armado sin hesitación como el material príncipe de la arquitectura moderna; de hecho es la estructura constituida por nudos de los pórticos en hormigón armado que consiente de «suprimir los muros a nivel de calle y restablecerlas en los pisos superiores», de garantizar el carácter de dominio público sobre casi todo el suelo urbano», y permitir «la libre circulación también en el interior de las áreas» (Calandra 1915). En el mismo año, siempre en el mes de diciembre, se abre también el curso académico de la Universidad de Catania con la lección inaugural *L'arte di dopo la guerra*, [El arte después de la guerra] por Francesco Fichera (Catania 1881-1950). La cuestión puesta por Fichera tiene sin-

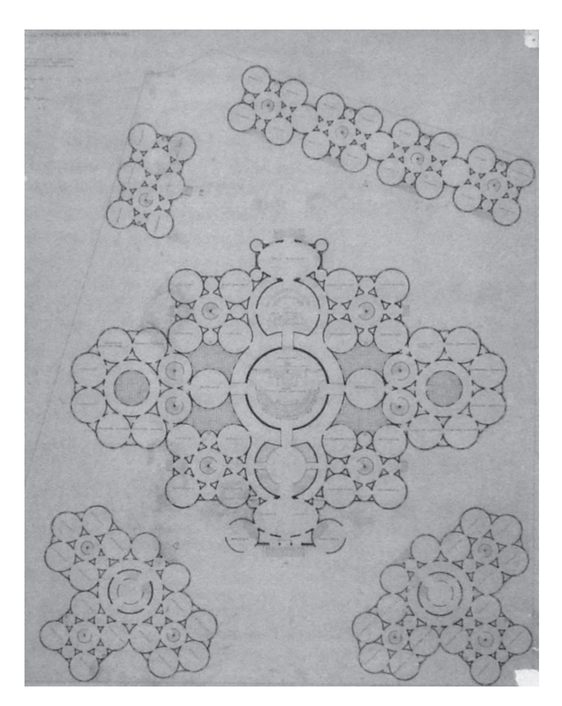


Figura 2
Giuseppe Torres, Messina, edificios redondos antisísmicos, visión prospectica. (Domenichini 2001, 80)

gulares afinidades con aquella expuesta por Calandra. Dejando el tono retorico con algo de confianza – malpensada – en las capacidades de regeneración de la guerra, lo que nos interesa subrayar es el camino que Fichera entrevé para la arquitectura, embarrancada desde hace tiempo en los bajos de un debate sobre el estilo. «El hombre nuevo», que Fichera espera confiado, «será favorecido por un medio muy potente que no es ni alemán, ni francés, ni ingles, ni ruso, ni italiano, sino universal: un medio que el se encontrará en la mano, dúctil, para forjar el nuevo estilo europeo. Un potentísimo medio para el cual El podrá superar las alturas místicas de las ábsides ojivas, las amplitudes colosales de las cúpulas romanas: por lo tanto se *hará más con menos*. El hormigón armado» (Fichera 1915).

Contemporáneamente a la redacción de normas técnicas y reglamentos, a los debates y al desarrollo de teorías de cálculo para la resistencia al sismo, comienza la obra de reconstrucción de Messina con los pliegos de los primeros concursos para los edificios públicos y la apertura de varias obras para viviendas. El sistema de las normas antisísmicas es así puesto a prueba.

Un caso ejemplificativo: las obras del palacio del ayuntamiento

Una de las primeras obras a haber sido sacada a concurso, también por su valencia simbólica, es aquel del nuevo palacio del ayuntamiento de Messina.

La antigua sede, insertada en la Palazzata, tuvo fuertes daños por el terremoto, pero no fue destruida por entero. Las presiones de la ciudadanía para una recuperación del edificio son fuertes y una comisión de la cual es miembro entre otros Ernesto Basile, tiene el encargo de dar su opinión sobre la posibilidad de restaurar el palacio; las conclusiones, alcanzadas con un voto a mayoría, proponen la demolición del viejo ayuntamiento y su reconstrucción en un sitio distinto, como estaba prescrito por las nuevas normas técnicas y higiénicas que prohíben la realización de edificios públicos y viviendas en la banda de 100 m desde el puerto.[9]

Las calles están llenas de ruinas cuando, en el mayo de 1910, se saca un concurso abierto a todos los arquitectos y ingenieros de Italia para el proyecto del nuevo palacio del ayuntamiento. Después de un primer y segundo grado de concurso en julio 1911 se declara ganador el proyecto de Guglielmo Calderini (Barbera 2005).

Todavía ya en los informes de la Comisión podemos detectar unas perplejidades sobre los aspectos técnicos del proyecto: Luigi Borzì subraya la ausencia de cálculos y mediciones y Crescentino Caselli, el más competente entre los miembros de la comisión desde el punto de vista estructural, propone un consistente adelgazamiento de las secciones murarías proyectadas por Calderini para lograr una mayor elasticidad y ligereza del entero sistema.

Las observaciones estructurales de Caselli y de Borzì al proyecto de Calderini en realidad encuentran confirmación en el voto del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici que, en la asamblea del quince de febrero de 1912, cumple un examen en detalle del proyecto. Las conclusiones del Consejo Superior confirman la sustancial incompatibilidad entre las nuevas normas técnicas para los proyectos en zona sísmica y la composición de suntuosas fachadas que respecten

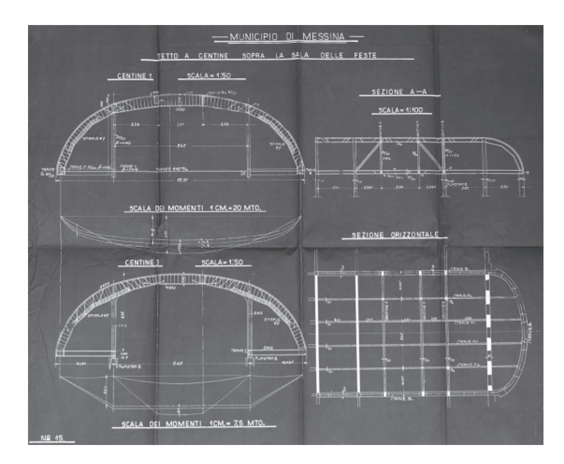


Figura 3
Antonio Zanca, Ayuntamiento de Messina, detalles de construcción en hormigon armado (Archivo Zanca, Universidad de Palermo)

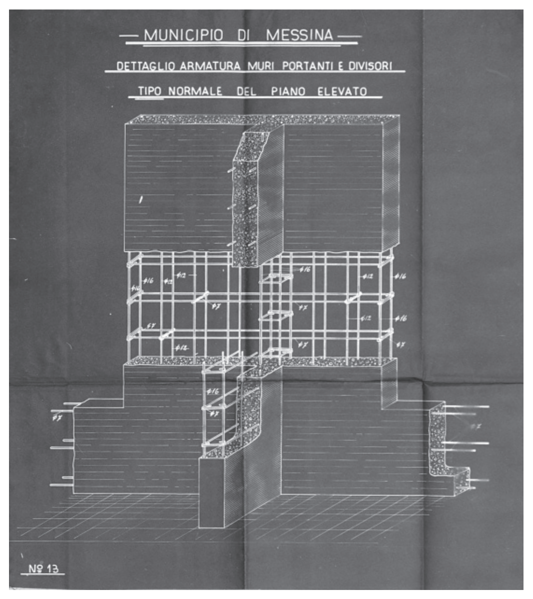


Figura 4
Antonio Zanca, Ayuntamiento de Messina, detalles de construcción en hormigon armado (Archivo Zanca, Universidad de Palermo)

las proporciones y reglas del lenguaje clásico: «el cuerpo principal, especie por su fachada en la plaza del ayuntamiento se presenta grandioso, su masa y su estilo tienen un carácter clásico, desarrollados con criterios de arte y modalidades decorativas que se podrían utilizar para edificios en cualquier lugar no sujeto a movimientos sísmicos»; El Consejo por lo tanto cree «que a este fin el examinado proyecto, aunque sea artísticamente de mucho valor, tiene que ser modificado».[10]

Después las polémicas y debate el procedimiento de aprobación del proyecto es bloqueado y un nuevo encargo, con un sistema no del todo claro, es dado directamente a Antonio Zanca (Palermo 1861-1958), que había enseñado y trabajado en Messina para más de diez años y que había sido un componente de la comisión de adjudicación del concurso.

En los meses de mayo y junio de 1912 Antonio Zanca trabaja al proyecto general para el Ayuntamiento de Messina. Ya en la primera fase de la elaboración Zanca contacta a la empresa Ferrobeton, concesionaria para Italia del sistema Wayss & Freytag, para un asesoramiento sobre el sistema estructural a adoptar. La Ferrobeton, contesta enviando planos, cálculos y informes explicativos relativos al sistema estructural a utilizarse. La relación con el proyectista prevé un intercambio continuo entre soluciones arquitectónicas y las correspondientes soluciones estructurales y constructivas que prevén un uso importante del hormigón armado: en los cimientos, en los pilares, en los muros armados para obtener rigidez, en los sistemas de cobertura de las amplias salas (figuras 3 y 4).

El día 4 de Julio de 1912 Zanca entrega el proyecto. El proyecto presenta cinco pabellones independientes conectados por pórticos y cambios de cotas, el lenguaje escogido es – para 1912 – absolutamente moderno.

En las fachadas se puede leer el sistema de pórticos en hormigón armado con su entramado principal de pilares y el sistema para aumentar la rigidez secundaria previsto para reforzar los muros. En este caso la construcción se transforma en arquitectura, como escribe el mismo proyectista: «Estoy firmemente convencido que la pretensión no es para la verdadera forma de arte teniendo que ser esta en buena sustancia racional, me he propuesto de adoptar un partido arquitectónico y decorativo tal que a primera vista revele la naturaleza de la construcción».[11] La memoria sigue ilustrando el método de proyecto que desde el sistema constructivo lleva hasta la elección

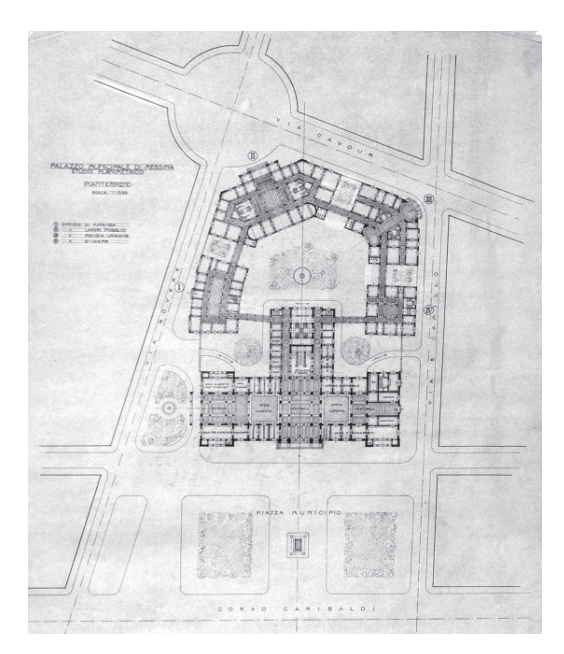


Figura 5
Antonio Zanca, Ayuntamiento de Messina, primer proyecto, planta (Archivo Zanca, Universidad de Palermo)

de la decoración: «De tal partido arquitectónico he traído el decorativo revistiendo las pilastras, friso en el cornisa, pilares y zócalos con planchas de mármol de color del cual es tan rica nuestra Sicilia, conectadas por medio de tornillos y ganchos sólidamente empotrados en el hormigón armado de los muros».[12] Encontramos en estas pocas líneas de le memoria la expresión de un principio de racionalidad estrictamente ligado a la relación entre el sistema estructural y el partido arquitectónico y decorativo; el lenguaje (podríamos decir el «estilo», afanosamente buscado desde decenios) no es otra cosa que la representación y reinterpretación del acto constructivo. (figuras 5 y 6)

El proyecto presentado a la ciudadanía encuentra una muy fuerte hostilidad justo por la falta de un carácter monumental, que, sin embargo, se reconocían al proyecto de Guglielmo Calderini. Para contestar a los deseos del comitente entre agosto y setiembre del 1912, Zanca propone una variante caracterizada por «otro partido arquitectónico decorativo, teniendo en cuenta en ello de las tradiciones clásicas y de Renacimiento».[13] (figura 7).

Si los políticos locales empujan hacia un proyecto monumental, el Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici es de otro aviso y después de haber subrayado la falta de respecto a las normas de un gran arco central de la fachada principal confirma su punto de vista metodológico: «el comité cree aquí recordar el voto n.3 emitido en su reunión del 13 de abril de 1912 por la Comisión nombrada con R.D. 17 diciembre 1911 o sea que las fabricas en las regiones sísmicas, prescindiendo de las formas arquitectónicas habituales, asuman sinceramente aquella faces exterior que se propia de su organismo, dando vida así a una nueva y original expresión estilística» y termina «el arquitecto podrá

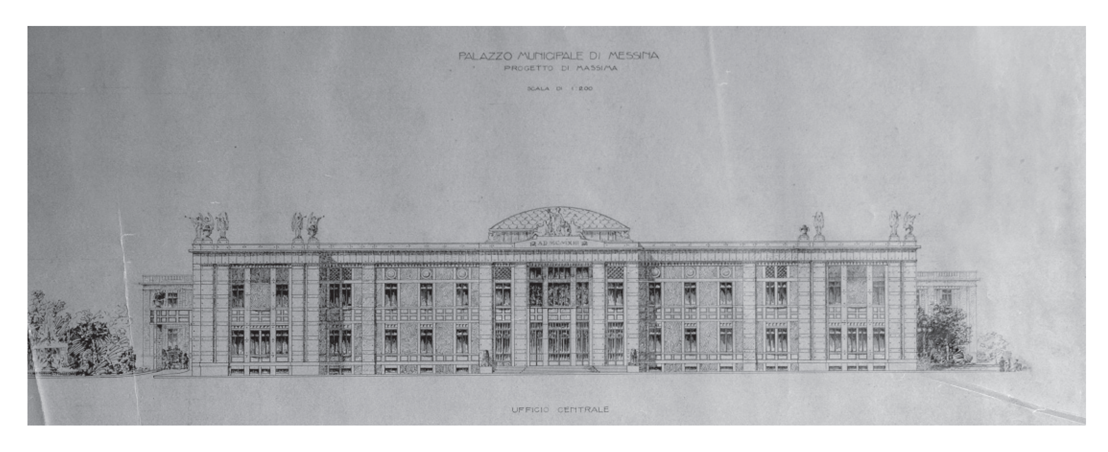


Figura 6
Antonio Zanca, Ayuntamiento de Messina, primer proyecto, fachada principal (Archivo Zanca, Universidad de Palermo)

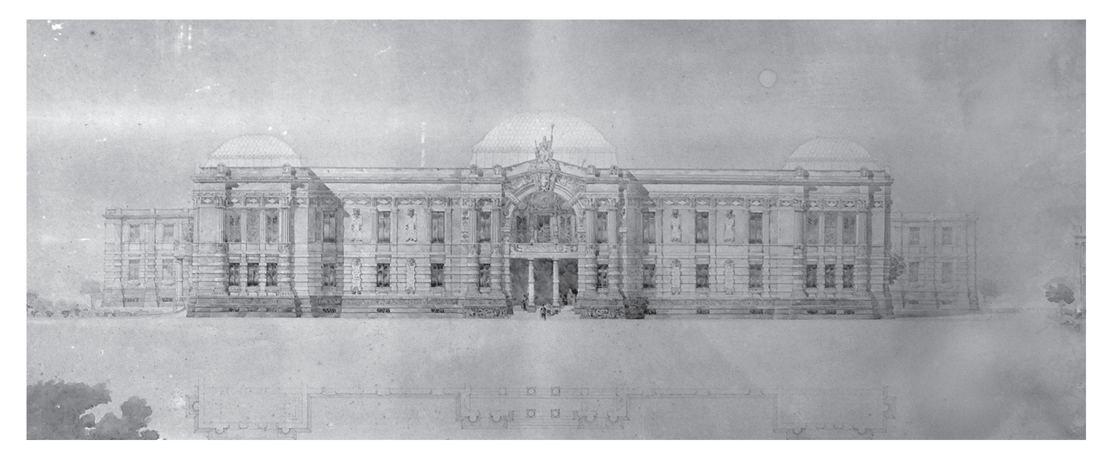


Figura 7
Antonio Zanca, Ayuntamiento de Messina, segundo proyecto, fachada principal (Archivo Zanca, Universidad de Palermo)

con provecho emanciparse de partidos decorativos que podrían tener su pleno desarrollo solamente con salientes y con alturas que las normas no permiten».

Perdida la limpidez estructural del proyecto inicial, los intentos de Antonio Zanca de encontrar un acuerdo con el comitente mesinés llevaran a una serie infinita de modificados y a consiguientes peticiones de reforma del proyecto por parte del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, a confirmación de la imposibilidad de declinar un lenguaje memore del clasicismo del renacimiento con las normas antisísmicas. Las largas y atormentadas obras (que se dilatarán para muchísimos años desde la primera licitación del 1915 hasta la terminación de las obras en 1954) es la inevitable consecuencia del conflicto inicial entre el sistema de construcción adoptado y la superposición de un lenguaje que declina sin embargo con otras reglas.

Estructura *versus* lenguaje

El caso del palacio del ayuntamiento es uno de los pocos en los cuales el proyectista prueba a traducir en un nuevo lenguaje arquitectónico las potencialidades del sistema de pórticos, como por otro lado deseado por el Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici. Sin embargo el resultado de este caso no anima otras búsquedas en la misma dirección; hará falta esperar a los años treinta del novecientos para encontrar un lenguaje proyectual que no se empeñe a ocultar el sistema constructivo a pórticos en hormigón armado.

El edificio de la Camara de Comercio es también objeto de un concurso en dos grados, sacado en 1911. El Consejo de la Camera en la sesión del 27 de enero de 1913 escoge, entre tres proyectos seleccionados, el de Camillo Puglisi Allegra el cual escribe sin hesitaciones: «Las limitaciones técnicas impuestas por el reglamento para los pueblos afectados por el terremoto han sido desde luego trabas a una concepción artística libera de formas y concep-

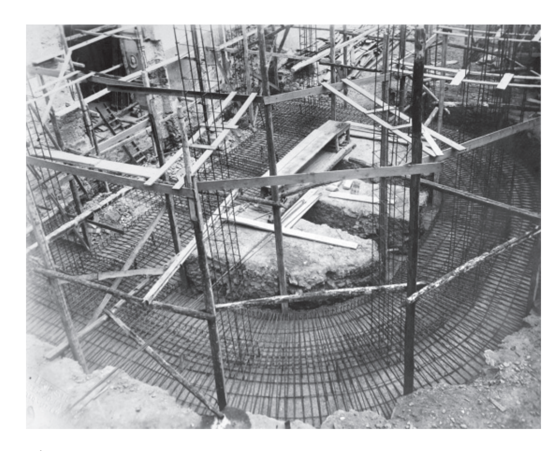


Figura 8
Antonio Zanca, Capilla de S. Maria de la Scala en Messina, vista del ábside en construcción (Archivo Zanca, Universidad de Palermo)



Figura 9
Antonio Zanca, Capilla de S. Maria de la Scala en Messina, vista del exterior de la capilla (Archivo Zanca, Universidad de Palermo)

tos, digna de la grandiosidad de Messina» (Bertolami 2011, 27).

Por otro canto el mismo Antonio Zanca, llamado en los primeros años veinte a proyectar la nueva casa de los Padres Jesuitas y la anexa iglesia en Santa Maria della Scala escoge el lenguaje de la edad media siciliana, esta vez el proyecto fue recibo con plena satisfacción por la ciudadanía.

Un partido arquitectónico y decorativo de la arquitectura siciliana de los siglos XXI y XIII envuelve un esqueleto de hormigón armado y unos muros de relleno con grava calcárea y ladrillos; la iglesia de San Cataldo en Palermo constituye el modelo que ha vuelto a proponer casi fielmente en la nueva iglesia por razones estéticas pero también técnicas, escribe de hecho Zanca en la memoria del proyecto - «con sus salientes limitados y con el carácter especial de sus elementos, bien se conviene a los vínculos impuestos por las normas vigentes para los pueblos afectados por el sismo».[14] (figuras 8-9)

En dirección análoga se mueve el mismo proyectista para los comitentes privados.

Es el caso de la vivienda para la familia Basile-Arigò; también en este caso las formas compactas de la era media siciliana rodean un esqueleto estructural de hierro, ocultándolo del todo.

Por otro canto la misma operación es realizada por uno de los más poderosos y acreditados proyectistas que opera en la reconstrucción de Messina: Marcello Piacentini. Habiendo recibido el encargo de proyectar el nuevo Palacio de Justicia, Piacentini recurre a la solida experiencia de la empresa Porcheddu, concesionaria para Italia de la patente Hennebique, que realiza para el palacio mesinés una articulada estructura de hierro que después se revistió en cemento. Las formas de una arquitectura dórico-sícula confieren una imagen grave y austera al conjunto ocultando del todo la estructura (Iori, 2001; Nelva, Signorelli 1990). (figuras 10 y 11)

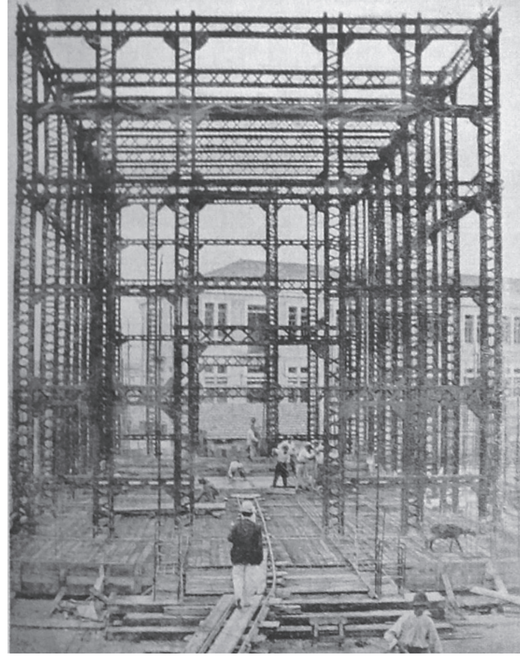


Figura 10
Marcello Piacentini, Palacio de Justicia. vista del edificio en construcción (Iori 2001, Valtieri 2008)

Cuestiones análogas se imponen también en caso en cual se trate de no construir nuevos edificios, sino de restaurar los preexistentes, como en el caso de la Catedral de la ciudad.

Las intervenciones para su consolidación que se realizaron en los primeros años del terremoto han sido sustituidas después por una sustancial demolición y reconstrucción del edificio con proyecto de Aristide Giannelli, para las estructuras, y Francesco Valenti, para la parte arquitectónica y decorativa (Genovese 2010).



Figura 11
Marcello Piacentini, Palacio de Justicia. vista de la fachada principal (Iori 2001, Valtieri 2008)

Gustavo Giovannoni, más veces llamado a Messina en calidad de miembro del Consiglio Superiore di Antichità e Belle Arti [Consejo Superior de Antigüedades y Bellas Artes], para desenmarañar delicados temas de restauro, sintetiza así la cuestión: «para tales monumentos todavía el contraste es verdaderamente trágico entre su sistema constructivo original y el de la estructura elástica de pórticos […]. Lo del estilo es antes que nada un problema de ambiente, al cual a veces el sentimiento del «natio loco» se añade con fuerza incoercible más allá de todas nuestras teorías. Así ocurre ahora en Messina adonde toda la población ha querido nuevamente la Catedral derrumbada «a donde estaba y como era» aunque esto tendrá que ser ejecutado en modo constructivamente más ilógico y insincero, por medio de estructuras antisísmicas ocultadas bajo el vestido copiado del antiguo» (Giovannoni 1929, 173-174).

Notas

La presente investigación ha sido financiada por el European Research Council en el programa European Union's Seventh Framework Programme (FP7/2007-2013) / ERC grant agreement n° 295960.

1. *Messina e Reggio prima e dopo il terremoto del 28 dicembre del 1908* [1909] 1979, 15.
2. Ministero dei lavori pubblici. 1909. *Norme tecniche ed igieniche obbligatorie per le riparazioni, ricostruzioni e nuove costruzioni degli edifici pubblici e privati nei comuni colpiti dal terremoto del 1908 e altri precedenti*. Roma.
3. Ministero dei lavori pubblici. 1912. *Norme tecniche ed igieniche obbligatorie per le riparazioni, ricostruzioni e nuove costruzioni degli edifici pubblici e privati nei comuni colpiti dal terremoto del 1908 e altri precedenti*. Roma.
4. *Seconda relazione della Commissione incaricata di rivedere le norme edilizie obbligatorie per i comuni colpiti dal terremoto del 28 dicembre 1908 e altri. Istruzioni tecniche. Metodi di calcolo – Applicazioni.* 1913. Roma.
5. Ministero dei lavori pubblici.1912, 6.
6. Según cuanto citado en la portada de la segunda edición el texto ha sido «premiado con la medalla de oro y palma de oro a la Exposición internacional de Paris de 1909».
7. Véase por ejemplo O. Odorico, Le case antisismiche, *Corriere della Sera*, 28 enero 1909: «Creo que un máximo de 10 metros podría satisfacer las exigencias de la vida y seria absolutamente tranquilo para la estabilidad».
8. *Sistema di costruzioni di edifici ad aggruppamento tubolare cilindrico, principalmente in cemento armato, per le regioni soggette a movimenti sismici*. Brevetto n. 100455 de 27 enero 2009 (Barucci 1990, 137).
9. *Relazione del Regio Commissario Comm. Alessandro Salvadori al ricostituito Consiglio Comunale di Messina*, Messina 1913, 159-161.
10. Preocupaciones económicas además que estructurales induce el Consejo a afirmar «Se ruega de notar que la decoración de todo el cuerpo principal interesante y apreciable bajo el aspecto artístico, parece demasiado suntuosa para un público edificio, aunque teniendo en cuenta del decoro que es tenido tener con la residencia de la magistratura ciudadana […]. Por estas razones se vota que, sin alcanzar alturas superiores a los m. 16, y observando las vigentes normas técnicas se pueda construir en Messina una decorosa sede para la administración municipal». Consiglio Superiore dei lavori pubblici, comitato speciale, acta de la asamblea de 23 de julio 1911, Archivo Zanca, Universidad di Palermo.
11. A. Zanca, *Relazione al progetto di massima*, 1912, Archivo Zanca.
12. A. Zanca, *Relazione al progetto di massima*, 1912, Archivo Zanca.
13. A. Zanca, *Relazione sulla proposta di variante decorativa ai prospetti*, 1912, Archivo Zanca.
14. A. Zanca, *Relazione esplicativa del progetto per il convitto Pio X e annessa cappella*, Archivo Zanca.

Lista de referencias

Messina e Reggio prima e dopo il terremoto del 28 dicembre del 1908. [1909] 1979. Messina: libreria Bonanzinga.

Arena, Adriana. 2011. *I disegni dei progetti per la ricostruzione di Messina*. Messina: Magika.

Barbera, Paola. 2005. *Il palazzo municipale di Messina: dal concorso al cantiere (1910-1954)*. En *Un Archivio di Architettura tra Ottocento e Novecento. I disegni di Antonio Zanca*, editado por P. Barbera, M. Giuffrè, 171-201. Reggio Calabria: Biblioteca del Cenide.

Barucci, Clementina. 1990. *La casa antisismica*. Roma: Gangemi.

Bertolami, Sergio. 2011. *Il Palazzo della Camera di Commercio e Borsa di Messina*. En *Opere d'arte della Camera di Commercio di Messina*, editado por di L. Giacobbe, 14-49. Messina: Magika.

Borgese, Daniela. 2008. «La normativa e la deroga nell'applicazione». En Valtieri 2008, 808-824.

Calandra, Enrico. [1915] 2010. *Modernismo e Tradizionalismo Architettonico*. En *Scritti di architettura*, editado por P. Barbera, M. Iannello, pp. 31-45. Palermo: Salvare Palermo edizioni.

Danusso, Arturo. 1909. «La statica delle costruzioni antisismiche». *Atti della società degli ingegneri e degli architetti in Torino,* 5-6: 65-87.

Domenichini, Riccardo. 2001. (editado por) *Giuseppe Torres 1872-1935. Inventario analitico dell'archivio*. Padova: il Poligrafo.

Fiandaca O., Lione R. 2009. (editado por) *Il sisma, ricordare prevenire progettare*, Firenze: Alinea.

Fichera, Filadelfo. 1908. «Costruzioni moderne». *Corriere di Catania*. 9 luglio.

Fichera, Francesco. 1915. «L'arte di dopo la guerra». *Nuova antologia di lettere, scienze ed arti*. 180: 583-391.

Fontana, Vincenzo. 1981. *Il nuovo paesaggio dell'Italia giolittiana*. Roma-Bari: Editori Laterza

Genovese, Carmen. 2010. *Francesco Valenti: restauro dei monumenti nella Sicilia del primo Novecento*. Napoli: Edizioni Scientifiche Italiane.

Giovannoni, Gustavo. [1925] 1929. *Questioni di architettura nella storia e nella vita*. Roma: Biblioteca d'arte editrice.

Giuffrè, Antonino. 1987. «Cent'anni di norme sismiche italiane». *Ingegneria sismica*, vol. 4. 2: 13-18.

Iori, Tullia. 2001. *Il cemento armato in Italia. Dalle origini alla seconda guerra mondiale*. Roma: Edilstampa.

Malerba, Tommaso. 1908. «Costruzioni moderne». *Corriere di Catania*. 2 luglio, 12 luglio.

Malerba, Tommaso. [1909, 1910] 2008. *Messina e Reggio asismiche. Nuovo sistema di costruzione in béton armato e pietre artificiali*. Catania: tipografia dei tribunali. Editado por G.M. Pilo, L. De Rossi, F. Casagrande, Mariano del Friuli (Gorizia): Edizioni della Laguna.

Nelva Riccardo, Signorelli Bruno. 1990. *Avvento ed evoluzione del calcestruzzo armato in Italia*: *il sistema Hennebique*. Milano: Edizioni di scienza e tecnica.

Pirazzoli, Nullo. 2008. «Il 'metodo Torres'. Progetti e scritti di edifici antisismici ('case rotonde') per la Ricostruzione di Messina e Reggio». En Valtieri 2008, 928-943.

Sorbello, Laura. 2013. «Tommaso Malerba versus Filadelfo Fichera: un dibattito sul béton armato». *Lexicon Storie e architettura in Sicilia e nel Mediterraneo*. 17: 60-69.

Sorrentino, Luigi. 2007. «The early entrance of dynamics in earthquake engineering: Arturo Danusso's contribution». *ISET Journal of Earthquake Technology*. 44: 1–24.

Sutera, Domenica. 2015. «L'abside in facciata. Soluzioni 'antisismiche' del XVIII secolo in Sicilia». En *L'abside costruzione e geometrie*, editado por M.R. Nobile, D. Sutera, 287-301. Palermo: Caracol.

Torres, Giuseppe. 1909. *La casa antisismica*. Roma: Cooperativa Tipografica Manunzio.

Valtieri, Simonetta (ed.). 2008. *La grande ricostruzione dopo il terremoto del 1908 nell'area dello Stretto*. Roma: Clear.

El papel de los arquitectos funcionarios en la construcción decimonónica

Rosa Bellido Pla
Luis Hernández Blanco

Para comprender los fundamentos que articulan la sociedad española actual es importante profundizar en el conocimiento del siglo XIX. En esta comunicación se aborda el estudio de las distintas facetas del trabajo de los arquitectos decimonónicos, su evolución desde la figura del maestro cantero, arropado por un sistema gremial que había prevalecido durante generaciones, hasta la aparición de las figuras del académico independiente y del arquitecto funcionario de la Administración Pública. El establecimiento de sus atribuciones y los conflictos que surgen entre los distintos tipos de profesionales que dirigen las obras acaban con los últimos vestigios del mundo de la construcción medieval. En esta época se instaura el comienzo de la actividad profesional del arquitecto tal y como la concebimos en la actualidad.

Se analizan dos expedientes generados en la época del reinado de Isabel II y conservados en el Fondo Histórico del Archivo Municipal de Valladolid (AMVA). El primero corresponde al colapso en 1841 de la única torre de la Catedral y el segundo se refiere a unas obras de rehabilitación parcial llevadas a cabo en 1857 en la iglesia de Nuestra Señora de La Antigua.

Marco Histórico: España y Valladolid en el siglo XIX

Resulta imposible resumir los avatares del siglo XIX en tan poco espacio. Se trata de una época convulsa y fecunda, en la que se suceden breves periodos de estabilidad, crisis y revueltas. El paso del Antiguo Régimen al Estado liberal transforma todos los ámbitos, y arquitectos e ingenieros participan intensamente en el proceso.

Durante la Guerra de la Independencia (1808-1813) la semilla de la razón prende en las mentes más preparadas de la rancia sociedad española. A pesar de los saqueos y destrozos ocasionados por los franceses desde su entrada en la península, su gestión supuso mejoras importantes en las ciudades ocupadas: saneamiento, cementerios, alumbrado y ampliación de vías públicas.

La Restauración Fernandina de 1814 representa la involución lógica en una nación ocupada en restañar las heridas de la guerra; labor que continúa en 1833, durante la Regencia de María Cristina, bajo la que monárquicos y progresistas se enfrentan en la reorganización de un país lastrado por estructuras de épocas anteriores. La transmisión de poderes desencadenará las guerras carlistas que sumergirán al país en una interminable contienda.

Progresistas y moderados se alternan en el Gobierno bajo el reinado de Isabel II desde 1844. En estos años se produce en la región un considerable desarrollo industrial ligado al Canal de Castilla, que llega a mantener hasta 365 barcazas en funcionamiento. Valladolid es la primera ciudad que forma una Junta provisional de gobierno cuando en 1854 se produce el alzamiento de O'Donell. La aparición del ferrocarril, el telégrafo, la mejora de carreteras más los nue-

vos espacios edificables gracias a la Desamortización a la que se añaden los terrenos ganados por la cubrición con bóvedas de ambos cauces del río Esgueva, convierten la ciudad en un importante foco de desarrollo durante el periodo central del siglo. La actividad industrial cambia radicalmente, desaparecen las antiguas fábricas de telas y surgen otras nuevas con las que Valladolid pasa de ser una ciudad conventual y cortesana, a un enclave burgués. En esta época la ciudad de Valladolid experimenta un fuerte crecimiento llegando a duplicar su población a mediados de siglo.

Los problemas socioeconómicos larvados durante este periodo eclosionan en 1868 con el final del moderantismo, llevan a los sucesivos pronunciamientos de los Generales Serrano y Prim, la breve restauración de Amadeo I y culminan en 1874 con la proclamación de la Primera República tras la que se reinstaura la monarquía de Alfonso XII. En 1884 se aprueban las Ordenanzas Municipales de la ciudad de Valladolid.

Comienzos de la enseñanza reglada: Decretos y Academias

El mundo universitario se opone a incorporar en su labor el estudio y difusión de los avances científico-técnicos que el genio ilustrado concibe en aras del progreso. Es con este ánimo que las Academias, como instituciones bajo protección real, surgen para liberar de su postración a una población que rondaba casi el 70% de analfabetos.

La Real Academia de Bellas Artes de San Fernando se inaugura por Real Decreto en 1752 con el fin de controlar de forma centralizada tanto la enseñanza de las actividades artísticas como su ejercicio profesional en todo el país.

La Real Academia de San Carlos en Valencia se crea en 1768, la de San Luis en Zaragoza en 1784 y la Purísima Concepción queda establecida desde 1783 hasta la actualidad en Valladolid. Las tres academias de primera clase provinciales gozaban de los mismos privilegios desde 1802.

En 1786 surge la Comisión de Arquitectura, destinada a controlar la obra publica del país, y en la Real Orden de 11 de enero de 1808 se vuelve a exigir a los particulares la obligación de remitir los proyectos a la real Academia sobre arquitectura, pintura o escultura cuya financiación proceda de fondos públicos o eclesiásticos.

En 1844 se funda la Escuela de Arquitectura de Madrid, denominada Escuela Especial a partir de 1848 y embrión de la actual adscrita a la Universidad Politécnica. La madurez de las primeras generaciones de arquitectos salidas de la misma coincidirá con la Restauración.

En 1849 se funda en Madrid la Sociedad Central de Arquitectos, iniciativa emprendida por ellos mismos para defender sus atribuciones y fomentar la cohesión como clase. Se celebra su primer congreso en 1881 en la Real Academia de San Fernando, con 135 arquitectos asistentes y en presencia del rey Alfonso XII. Esta institución será el germen de los Colegios profesionales que surgirán a partir de 1929 con un Decreto que disponía además la obligatoriedad de incorporarse para el ejercicio (Granell y Ramón 2012, 41).

La obra pública se regula de forma común para todo el ámbito nacional mientras que se confía a los ayuntamientos la administración de las obras de iniciativa privada (de Ortueta 2005, 809).

La sucesiva emisión de decretos que repiten una y otra vez los mismos postulados es señal de la resistencia que oponen los actores involucrados (Redondo 1997, 549).

El ejercicio de la profesión: títulos y cargos

Maestro de obras

En septiembre de 1796 queda abolida la profesión que tradicionalmente se denominaba maestro de obras, reapareciendo provisionalmente en 1817 y considerándose desde entonces como «clase media»[1] frente a la superior que forman los arquitectos (Bonet 1985, 346).

En 1845 se habilita a los maestros de obras que habían cursado estudios en las Escuelas de Barcelona, Sevilla, Cádiz, Valencia, Valladolid y Madrid para la construcción de edificios particulares bajo la supervisión de un arquitecto. En el caso de pequeñas poblaciones con menos de dos mil vecinos, y en todas aquellas localidades en que no hubiese arquitecto titulado, sin embargo, sí se les permite proyectar y dirigir las obras.[2]

En 1855 se crea mediante el llamado Decreto Luján el título oficial de Aparejador, con la intención de

reemplazar al de Maestro de Obras, enseñanza que se reimplanta en 1857 por la Ley Moyano. El Real Decreto de 22 de julio de 1864 describe ambas profesiones como auxiliares facultativos de los arquitectos. «Al Maestro de Obras antiguo se le respetan sus atribuciones hasta su extinción... y al Maestro de Obras académico se le configura como al Aparejador» (Arenas 2005, 19).

Estas enseñanzas fueron suprimidas en 1869, quedando disueltas las escuelas oficiales, aunque los ya titulados mantienen sus derechos adquiridos. A partir de 1870 los maestros firman obra privada, mientras que es necesaria la figura del arquitecto para cualquier obra pública. En 1871 la formación de maestro de obras queda definitivamente excluida del ámbito docente, con un año de plazo para acogerse a la antigua titulación los alumnos matriculados (Sanchez 2000).

Alarife, Arquitecto fontanero, Arquitecto de Ciudad, Arquitecto municipal

En el cambio de siglo encontramos en Valladolid trabajando como Arquitecto de Ciudad a Justo Pellón. El puesto, que aparece referido en los escritos del Ayuntamiento también como Maestro de Obras o Maestro Alarife, fue ocupado previamente por Manuel Morante, Manuel Serrano y Francisco Pellón. También Antolín Rodríguez, que había solicitado en 1760 la plaza de Serrano a raíz de los achaques de éste, figura como Maestro fontanero.

Se trata de los últimos representantes de la estructura de gremios con que se garantizaba hasta entonces el desempeño ordenado del oficio. Basta observar cómo sus talleres intercambiaban aprendices durante los procesos de formación, y las estrechas relaciones entre ellos, incluso de parentesco, natural o adquirido, por ejemplo Morante era suegro de Francisco Pellón (Brasas Egido 1978, 476).

De forma progresiva y debido a la apuesta de los reformistas ilustrados por la formación académica, la figura del Arquitecto va asumiendo las funciones que antes correspondían a los gremios de canteros. Hasta la consolidación definitiva de la formación reglada tuvieron que convivir profesionales de distintos orígenes, lo que no ocurre en los ámbitos provinciales hasta casi el final de siglo (Redondo 1997, 554).

Tras la Real Orden de 1787 se procede a controlar rigurosamente la actividad artística, con una capacitación profesional otorgada exclusivamente por la Academia, y al mismo tiempo se libera a los arquitectos del control secularmente mantenido por gremios y organismos municipales.[3]

Desde 1801 la responsabilidad de tener limpios los conductos de agua y surtidas las fuentes públicas de Valladolid recae también en el Arquitecto de Ciudad, como Fontanero encargado del abastecimiento (AMVA Actas del Pleno Municipal 22 de junio de 1801).

Pedro Nicasio Álvarez Benavides ocupa el cargo hasta 1816 y Lorenzo Álvarez Benavides será titular hacia 1820, tras recuperar momentáneamente su plaza en 1818 el citado Justo Pellón. El arquitecto Titular de Ciudad Pedro García González (Académico miembro tanto de San Fernando como de la Purísima) realiza importantes obras de acondicionamiento en la ciudad, pero la acusación de afrancesado provoca que el Ayuntamiento prescinda de sus servicios y sea reemplazado por Julián Sánchez, un arquitecto titulado por la Purísima Concepción que ocupa la plaza de titular desde 1832 hasta 1855 (Iglesias 1978, 110).

Vicente Miranda fue el primer Arquitecto de Ciudad seleccionado en Valladolid mediante un procedimiento de concurso oposición. A solicitud del Ayuntamiento, que anteriormente había designado libremente a sus técnicos, la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando organiza la selección en julio de 1857. Se presentan tres reconocidos profesionales: Antonio Iturralde, Severiano Sainz de Lastra y Vicente Miranda, tomando este último posesión de la plaza el 23 de agosto. Surgen diversos problemas ya que a Miranda se le contrata por dieciocho mil reales al año pero para cumplir las limitaciones establecidas por Real Decreto se le rebaja el sueldo a diez mil. También es obligado a ejercer su labor municipal en exclusiva, mientras que en Toledo, de donde procedía, sí le habían permitido simultanear el desempeño público con encargos privados (Domínguez 2003).

Las atribuciones del arquitecto municipal se van conformando mediante decretos oficiales. En 1873 se convoca plaza de Arquitecto Municipal bajo cinco condiciones, entre las que encontramos que no se le permite dirigir obras particulares ni ausentarse de la población sin previa licencia del Ayuntamiento.

Arquitecto provincial

En 1858 se crea mediante Real Decreto esta figura de ámbito provincial. El arquitecto elegido para el cargo es propuesto por la Diputación correspondiente y nombrado por el Gobierno. El solapamiento de competencias con el Cuerpo de Ingenieros hizo necesaria la regulación de sus funciones. Se encomiendan al Arquitecto Provincial todas las labores correspondientes a obra pública de su provincia, ampliando sus atribuciones a costa de relegar a construcciones menores al Arquitecto Municipal (Galante 1989).

Esta situación se prolongaría hasta 1868 con la promulgación de las leyes que daban libertad a las artes y las profesiones, lo que acaba con la consideración del Arquitecto Provincial como funcionario del Estado. Diputaciones y Ayuntamientos recuperan entonces la potestad de contratar a sus técnicos según sus necesidades.[4]

Epifanio Martínez de Velasco, tras ejercer como Arquitecto Municipal de Valladolid (1856-1859) es contratado como Arquitecto Provincial (1859-1866). Le sucede Domingo Rodríguez Sesmero, que también había trabajado previamente como Arquitecto Municipal de Valladolid y más tarde será muy conocido como titular Municipal y también Diocesano en Galicia. Entre 1873 y 1877 ocupa el cargo el prestigioso arquitecto e historiador Adolfo Fernández Casanova, al que sucede Teodosio Torres.

Arquitecto Diocesano

El abundante parque eclesiástico existente obliga al Ministerio de Gracia y Justicia a crear el puesto de Arquitecto Diocesano en 1876. Tras el nombramiento, el profesional era asignado a su correspondiente Junta Diocesana para la Construcción y Reparación de Templos y demás edificios a su cargo. La escasez de recursos asignados y el alcance de su tarea dificultaban en gran medida el desempeño de la tarea encomendada a estos profesionales, que tenían que compaginar su labor con otras actividades mejor remuneradas. El Arquitecto Diocesano carecía de salario fijo y sus honorarios se fijaban por obra con la mitad de la tarifa como tope (García 2005, 307).[5]

Antonio Iturralde ocupa la plaza de Arquitecto Diocesano de Valladolid entre 1876 y 1897.

Ingenieros militares e ingenieros de Caminos. Polémica entre arquitectos e ingenieros

El Cuerpo de Ingenieros Civiles, caracterizado por la exigencia en la admisión y el rigor en los estudios, se concibe como ejecutor de las obras públicas a cargo de la Administración. Paradójicamente el mismo estado liberal que pretende liberalizar la actividad profesional con la disolución de los gremios es el que resuelve ampliar el número de funcionarios dependientes de su Administración con la creación de este Cuerpo de origen militar.

Agustín de Betancourt funda el Cuerpo de Ingenieros de Caminos en 1799, abriéndose la Escuela en 1802. La institución se cierra en 1808, reabre de forma temporal durante el trienio constitucional y de manera definitiva en 1834. En 1839 terminan sus estudios los primeros 36 alumnos, casi todos procedentes de otros cuerpos militares, algunos ya previamente con título de arquitecto, como el autor del ensanche madrileño aprobado en 1860 conocido como Plan Castro. Los ingenieros de Caminos determinan el urbanismo en la segunda mitad del XIX en detrimento de los arquitectos, que encarnan en esa época una idea más tradicional en el desempeño de sus trabajos (Bonet 1985, 27).[6]

El profesor Navascués (1990) rebate la consideración del arquitecto del XIX como figura decadente eclipsada por la del ingeniero, ya que el arquitecto-funcionario, según él, podía ejercer simultáneamente de forma privada, lo que permitía obtener unos ingresos mínimos envidiables en el contexto social de la época. Esto lleva a los profesionales a integrarse en la estructura de la Administración no como Cuerpo sino como estamento técnico al servicio de la misma.[7]

Entre las conclusiones del Segundo Congreso Nacional de Arquitectos de 1888 se propone la agrupación de estos profesionales en un Cuerpo de Arquitectos del Estado en contraposición al de Ingenieros con el objetivo de limitar la creciente influencia de este último. Pero esta propuesta nunca llega a formalizarse. (Muro Morales 2002)

A finales de siglo, en la convocatoria de plaza de arquitecto municipal de Valladolid de 1897, se incluye a los ingenieros como candidatos, posibilidad que se rectifica tras las protestas generadas, contratándose en 1900 al prestigioso arquitecto Juan Agapito y Revilla (Virgili 1979).

Con la restauración aumenta el poder de las oligarquías conservadoras que gobiernan hasta principios del XX y vuelve el papel preeminente para los arquitectos por los muchos encargos que reciben de las mismas.

Casos de estudio

La torre de la Catedral en 1841

La Catedral de Valladolid es un templo clasicista de tres naves con capillas entre contrafuertes levantado con trazas de 1580 de Juan de Herrera a partir de una zona a los pies comenzada en estilo gótico en 1527. En 1668 se cierra con tres ábsides, considerados provisionales, las naves a la altura del crucero y se consagra la mitad construida de un templo que nunca llegará a completarse.

En 1726 se repara según el dictamen del arquitecto benedictino Fray Pedro Martínez la única torre levantada de las cuatro previstas. Vuelve a intervenir sobre ella Fray Antonio de San José Pontones en 1746, y en 1761 Ventura Rodríguez proyecta la consolidación de la misma mediante cuatro cadenas de hierro a distintas alturas.

A primeros de mayo de 1841 el Jefe Político de Valladolid requiere al Ayuntamiento para que inspeccione la torre de la Catedral, en la que se aprecian problemas estructurales. Se requiere un peritaje al Arquitecto titular de Ciudad Julián Sánchez, que emite varios informes fechados el 8, 12, 18 y 25 de mayo. En las cuatro ocasiones el arquitecto sostiene que no ha sido posible salir a las fachadas para efectuar el reconocimiento exterior porque el temporal de fuertes lluvias y viento impide circular por las cornisas. El 31 de mayo de 1841 la torre de la Catedral se desploma (figura 1).

El 8 de junio el Jefe Político de la provincia reclama al Ayuntamiento que documente las actuaciones seguidas a raíz de su escrito de 1 de mayo. Se le describe la actuación del arquitecto, con sus cuatro reconocimientos fallidos debido al temporal. Sorprende leer al dorso del primero de los informes del Arquitecto fechado el 8 de mayo, la consignación de que su entrada en registro es posterior al derrumbe.[8] Parece claro entonces que los informes, aunque fechados en mayo, se presentaron en el Ayuntamiento el 9 de junio, con posterioridad al derrumbamiento de la torre (figura 2).



Figura 1
Fotografía de la fachada del Evangelio de la Catedral de Valladolid en que se aprecia la fábrica inconclusa a la altura del crucero y la torre desmochada a los pies (foto de los autores 06/06/2015).

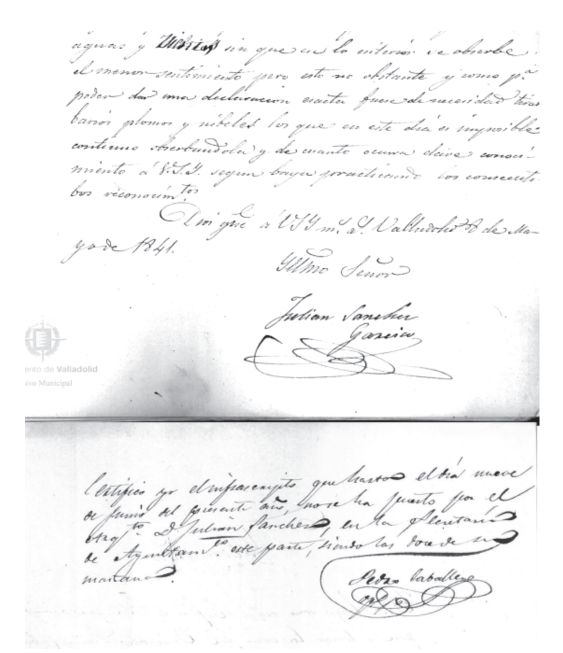
Julián Sánchez García fue uno de los últimos Arquitectos de Ciudad en activo, antes del establecimiento en 1857 de un proceso de selección mediante oposición gestionada desde la Academia. Encontramos informes técnicos con su firma emitidos desde 1841 hasta 1856, cuando es reemplazado por Epifanio Martínez de Velasco. Sus actuaciones en mayo de 1841 han quedado documentadas a través de los escritos conservados en el Archivo Municipal de Valladolid, tanto en informes suyos como en las Actas y acuerdos de los Plenos del Ayuntamiento.

Es revelador cómo en el Pleno del 25 de mayo de 1841 (cuando aún no se había producido el estrago de la torre) ya se hace constar la falta de diligencia del Arquitecto Titular, acordándose tomar medidas, considerando incluso la posibilidad de imponerle una multa para hacerle cumplir con sus deberes.[9]

El 17 de julio se le hace comparecer y reconviene. Sin embargo en 1856, se le nombra Arquitecto Honorario agradeciéndole su dedicación (AMVA CH384-66).

Obras en la iglesia de La Antigua en 1857.

La iglesia de Nuestra Señora de la Antigua es uno de los monumentos más representativos de la ciudad. Se trata de una iglesia reedificada en estilo neogótico a



aguas y [illegible] sin que en lo interior se observe el menor sentimiento pero esto no obstante y como p.ª poder dar una declaracion exacta fuera de necesidad tirar baños plomos y nibeles lo que en este dia es imposible continuo observandola y de cuanto ocurra daré conocimiento a V.S.I. seguir luego practicando los consecutivos reconocim.tos

Dios gue. a V.S.I. m.s a.s Valladolid 8 de Mayo de 1841.

Illmo Señor

Julian Sanchez Garcia

Certifico yo el infrascrito que hasta el dia nueve de junio del presente año, no se ha puesto por el [illegible] D. Julian Sanchez, en la Secretaría de Ayuntam.to este parte, siendo las doce de la mañana.

Pedro Caballero

Figura 2
Detalle de la anotación posterior en el informe del Arquitecto de Ciudad fechado el 8 de mayo (AMVA C433-13).



Figura 3
Fotografía del atrio románico de la Iglesia de Nuestra Señora de la Antigua (foto de los autores 06/06/2015).

principios del siglo XX, a excepción de la cabecera, la torre románica y un atrio románico porticado en su lado norte, restaurado en el siglo XIX y de nuevo por Anselmo Arenillas en 1948 (figura 3).

El expediente de obras analizado contiene un dossier muy amplio de comunicaciones entre el Arquitecto de Ciudad, la Junta de Hacienda de la Iglesia y los responsables del Ayuntamiento. Todos quieren eliminar adherencias de la fachada norte, sobre todo a raíz del cambio del cauce que ha transformado la zona en una calle importante de mucho transito. Las obras las costea el Ayuntamiento, ya que la superficie que pierde el templo pasa a ser dominio publico. La Junta reclama que habiliten espacio para sus reuniones, un cambio de escalera, etc. Se discute especialmente por el uso de la Galería, que debía restaurarse según criterio de la Academia Provincial de Bellas Artes dejando libres los arcos pero en la misma se han instalado habitaciones. Se definen desde las condiciones de la licitación hasta su recepción (AMVA CH 382-177).

Hay dos escritos del 27 de noviembre de 1857 firmados por arquitectos. En el primero es Epifanio Martínez de Velasco el que pone en conocimiento del señor alcalde que «el empresario de las obras que se están ejecutando en la Parroquia de N^{ta} S^{ra} de la Antigua se construyen faltando en todo a las condiciones del contrato y que habiéndolo reprendido no ha merecido mas que insultos» (AMVA C433-13).

En el comunicado siguiente se ordena al Arquitecto primero de Ciudad que visite la obra para comprobar si el contratista se ajusta a las condiciones del contrato (figura 4).

Otros dos escritos van firmados por Vicente Miranda y reflejan cómo conmina al contratista. Tres días después del incidente, Miranda redacta un nuevo informe en el cual se constata la desobediencia del constructor y los esfuerzos que el arquitecto responsable de los trabajos ha de realizar para la correcta realización de los mismos.[10]

Análisis de actuaciones y marco de los arquitectos municipales de Valladolid

La figura de Julián Sánchez es controvertida. Es reprendido no sólo desde el Ayuntamiento, sino también en ocasiones por la propia Academia de la Concepción que en 1838 le comunica en privado que han aprobado sus planos para un teatro a pesar de su escasa calidad, por no ponerle en evidencia, «por decoro del establecimiento» (Iglesias 1978, 104).

Las relaciones de Sánchez con sus colegas son criticadas por diversos autores modernos,[11] aunque estos mismos reconocen su valía como arquitecto.

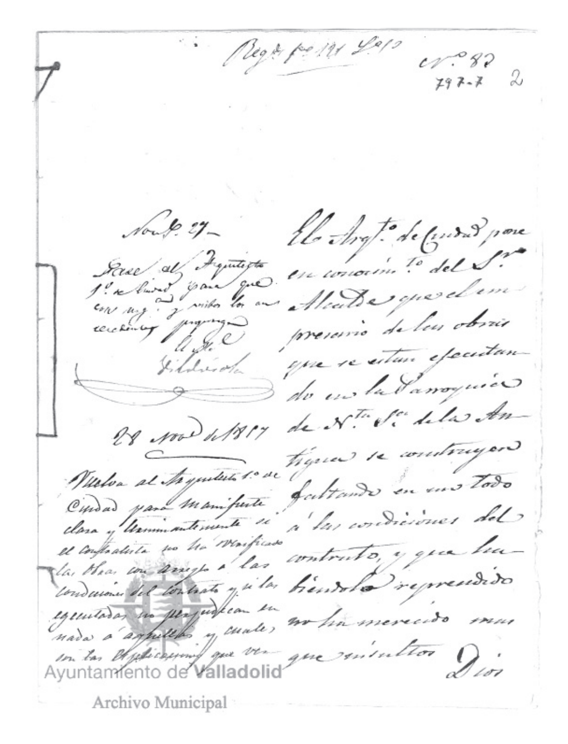


Figura 4
Pliego con informe de Martínez de Velasco e instrucciones al costado para el Arquitecto 1º de Ciudad (AMVA C433-13).

En 1850 Julián Sánchez remite al alcalde una lista de los únicos cinco arquitectos (José Fernández Sierra, Epifanio Martínez de Velasco, Francisco Javier Berbent, Matías Rodríguez Hidalgo y él mismo) y tres maestros de obras que con real titulo ejercen en ese momento sus profesiones respectivas en la ciudad. Al comenzar el siglo XX el número de profesionales pasará de veinte (Virgili 1979, 183).

En 1856 Epifanio Martínez de Velasco trabaja para el Ayuntamiento, tras la retirada voluntaria de Julián Sánchez. Al incorporarse Miranda como Arquitecto primero y fontanero de ciudad debió quedar como Arquitecto 2º, hasta su dimisión y nombramiento en calidad de honorario en 1859, aunque lo conocemos también como Arquitecto Provincial desde 1859 hasta 1867. En 1861 Martínez de Velasco es citado como interino en el Acta de un Pleno del Ayuntamiento a la hora de asignarle un escribiente y asignación para gastos de oficina (AMVA CH388-160-2; CH387-100; CH389-74).

Vemos así que varios arquitectos titulares actúan en muchos casos de forma simultánea, reemplazándose unos a otros nombrados como interinos, como Sánchez cuando Miranda se toma una licencia para asuntos propios en 1860 (AMVA CH388-126).

Tras Miranda aparece Martín Saracíbar, entre 1862 y 1863. En 1864 encontramos el nombramiento como Arquitecto de Ciudad de un tal José María Ortiz, que no figura en ningún otro documento, y la firma de Mariano Pla bajo este título en algunos planos de su época contratado como titular entre1864 y1866 (AMVA CH396-54).

Del 1863 a 1866 aparece Domingo Rodríguez Sesmero y también como interino Ortiz de Urbina en 1872 y en 1896 durante la enfermedad de Benedicto. Luis Ferrero y Tomás ejerce este cargo desde 1897 hasta 1899, y en 1899 encontramos interino a Emilio Baeza Eguiluz (Virgili 1979, 372).

Este grupo de técnicos debió funcionar como un equipo cohesionado cerrado frente a los profesionales ajenos al mismo. Así Domínguez (2013) valora la paulatina marginación del arquitecto Joaquín Ruiz Sierra en el desempeño de sus funciones como Arquitecto Municipal durante el periodo que va de 1873 a 1882.

Varios Arquitectos Municipales son duramente criticados desde el propio Ayuntamiento en algunos momentos, como ocurrió con Sánchez en 1841 o Mariano Pla por su actuación en la denuncia de ruina de la calle de las Parras 16 (Domínguez 2013, 887).

Conclusiones

La obra pública a lo largo del siglo XIX se rige, en general, por preceptos generales en todo el país, mientras que la privada queda a merced de las disposiciones locales.

Los arquitectos-funcionarios que ejercieron en Valladolid en el siglo XIX formaban un grupo reducido de profesionales que acometían obras de todo tipo: «Aquella laboriosidad del arquitecto de finales del siglo XIX y principios del XX que, en una capital de provincia, lo hacía todo, absolutamente todo. Es decir, fue arquitecto municipal, provincial y diocesano, hizo arquitectura publica y privada... el sinfín de menesteres que conllevaba el cargo de arquitecto de la ciudad» (Navascués 1999).

Estos arquitectos se reemplazaban de forma interina en los puestos de la Administración cuando era necesario, simultaneando en algunos casos varios cargos. En 1857 se produjo un cambio importante en la designación del arquitecto municipal al realizarse mediante el sistema de concurso oposición, encomendándose la selección del técnico, hasta ese momento decidida desde el Consistorio, a la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando. Sin embargo, las condiciones en que se ofertó la plaza se vieron fuertemente penalizadas con posterioridad, reduciéndose el salario originalmente ofrecido y exigiéndose exclusividad.[12]

Desde 1858 se consolida la figura del Arquitecto Provincial, al que se asigna la mayor parte de las labores de edificación y urbanismo, dejando a cargo del Arquitecto Municipal sólo las construcciones no monumentales. Su tarea sirve para delimitar también las competencias de los ingenieros civiles. Durante la primera década desde su creación este cargo se adscribía a la Administración del Estado, pero más tarde es traspasado a las Diputaciones.

Desde 1876 los arquitectos diocesanos se ocupan de las edificaciones eclesiásticas, sin sueldo fijo y con honorarios muy inferiores a los que corresponderían a las mismas en el ejercicio libre.

Aunque a través de las plazas de técnico municipal, provincial y diocesano los arquitectos del XIX pueden incorporarse a la Administración pública como funcionarios, nunca llegan a cumplir su pretensión de organizarse como un Cuerpo del Estado equivalente al que forman los ingenieros. Reiteradamente deben defender sus atribuciones frente a otros profesionales que las pretenden, tanto maestros de obra como ingenieros.

Los casos estudiados, referidos a dos monumentos clave de la ciudad, confirman que al arquitecto municipal se le reprende desde el Ayuntamiento cuando no actúa con diligencia, y desde las Academias cuando no ofrece la calidad necesaria.

En el primer caso resulta sorprendente la actuación del arquitecto titular al producirse el incidente de la Catedral. No sólo genera cuatro informes achacando al mal tiempo la imposibilidad de realizar una tarea que se le encomienda, sino que es muy posible que los mismos fueran redactados falseando las fechas tras producirse el dramático derrumbe de la torre.

En el segundo caso, el contratista que interviene sobre la cubierta del atrio porticado de La Antigua falta a las condiciones del Pliego y ejecuta las obras a su manera, llegando incluso a insultar a uno de los arquitectos responsables.

El estudio de las condiciones en que desempeñaban sus tareas los arquitectos funcionarios en las provincias españolas a lo largo del siglo XIX nos muestra las múltiples dificultades a las que se enfrentaban. Los constantes cambios de legislación, el conflicto de intereses con otros técnicos del sector, la ingente cantidad y variedad de las labores asignadas y la limitada asignación de recursos se sumaban a una casi permanente incertidumbre social y política que no facilitaba el ejercicio de la profesión.

Notas

1. En el Decreto de 11 de octubre de 1817 al restaurar el título de Maestro de Obras a solicitud de las Academias provinciales se precisa que aunque no se les podrá exigir los conocimientos sublimes de la profesión de arquitecto no se podrá prescindir de los principios científicos de la misma. En el enunciado se emplea efectivamente la expresión clase media (Bonet 1985, 346).
2. En el texto de la Real Orden de 28 de septiembre de 1845 se manifiesta que «los Maestros de Obras que obtengan el título de tales podrán ejercer en todas las provincias, y quedan habilitados para la construcción de edificios particulares, bajo los planos y dirección de un Arquitecto. Podrán sin embargo los Maestros de Obras proyectar y dirigir por si solos los edificios particulares en los pueblos … que no hubiese arquitecto» (Bonet 1985, 351).
3. En el texto de la Real Orden de 30 de mayo de 1757 se prohíbe a los miembros de la Academia incorporarse a cualquier agrupación gremial: «el que en desestimación de su noble arte se incorporara a algún gremio, por el mismo hecho quede privado de los honores y gracias de Academico» (Bonet 1985, 340)
4. «A 1 de diciembre de 1858 se creó la figura del arquitecto provincial para evitar las intromisiones del Cuerpo de Ingenieros no sólo en la construcción civil, sino también en lo tocante a las tareas de política urbana y ornato de las poblaciones … Ahora bien, con la revolución del 68, cuando se proclamó la libertad de las artes y profesiones, se suprimió esta clase de arquitectos, … se hacían incompatibles el desempeño en una sola persona de funciones provinciales y municipales... La polémica arquitectos/maestros de obras nació a raíz del ya citado Decreto del 18 de septiembre de 1869, en virtud del cual se suprimieron los arquitectos provinciales » (Bonet 1985, 35, 41)

5. «La figura de Arquitecto Diocesano se crea en España por el R.D. de 13 de Agosto de 1876... Los arquitectos diocesanos no tendrán sueldo fijo sino cuando por la importancia de la obra cuyo proyecto ó dirección se les encomiende, se considere conveniente y económico señalarles dotación anual, mientras duren los trabajos. En los demás casos percibirán honorarios con arreglo á tarifa, entendiéndose que no excederán de la mitad de los señalados para obras en edificios particulares; abonándoseles además los gastos de viaje cuando presten servicio fuera del lugar de su ordinaria residencia» (García 2005, 307).
6. «Los ingenieros de Caminos de la primera mitad del siglo XIX fueron uno de los principales motores de la modernización del país. Por el contrario, los arquitectos, todavía anclados en los viejos valores de una sociedad estamental, representaban la tradición que se oponía al cambio» (Bonet 1985, 27).
7. «Si bien los arquitectos no lograron constituirse en un Cuerpo del Estado, …sí que consiguieron introducirse como funcionarios en la Administración, primero a través de una «Junta de Policía Urbana» (1852) y luego a través de las plazas de arquitecto municipal, de distrito y provincial (1858). Sumemos a éstas las plazas de arquitectos diocesanos, y las de Arquitectos del Estado en los distintos ministerios, de los que el de Fomento contaba con una plantilla propia» (Navascués 1990, 30).
8. « Ilmo Señor
Tan luego como recivi el oficio del V.S.Y. que acompaña pase á tomar la venia del Venerable Deán y Cabildo para poder practicar el reconocim^{to} . de la torre de Ntra S^{ta}. Iglesia cuya corporacio comisiono al momento para que me acompanaren á dos Dignidades y lo fueron el Señor prior y el Señor Penitenciario con quienes efecute un esacto y escrupuloso reconocimiento del que resulta que la enunciada torre tiene una grieta en la fachada que da á el Río Esgueba la cual marca que parte de su rebestido de silleria se alla desprendido del trasdos ó mazizo de el muro su desplome no puede decirse en razon de no poder ejecutar ninguna operación por causa del furíoso temporal de aguas y vientos sin que en lo interior se obserbe el menor sentimiento pero esto no obstante y como p^{a}. poder dar una declaracion esacta fuese de necesidad tirar barios plomos y nibeles lo que en este día es imposible continuo obserbandola y de cuanto ocurra dare conocimiento a V.S.Y. segun baya practicando los consecutibos réconocim^{tos}.
Dios que a V.S.Y. m. a. Valladolid 8 de Mayo de 1841
Ilmo Señor
Julian Sanchez Garcia

Certifico yo el infrascripto que hasta el día nueve de junio del presente año, no se ha puesto por el Arqto. D Julián Sanchez, en la Secretaría de Ayuntam^{to}. este parte, siendo las doce de su mañana. Pedro Caballero» (Archivo Municipal de Valladolid Legajo C433-13)
9. «Por el mismo Sr Alcalde 2º se hizo presente que notaba con frecuencia la falta de actividad con que se producían en sus destinos D. Juan Oviedo Fernandez Escribano Diligenciero y D Julian Sanchez Garcia Arquitecto Titular, pues principalmente en los asuntos de denuncias de edificios ruinosos sufrian los expedientes un retraso considerable lo que S S^{a} ponia en conocimiento de esta Corporacion rogandola se sirviese acordad las medidas que creyera bastantes para hacer cumplir con mas diligencia a los referidos empleados. Y se acordó queda autorizado el Sr Alcalde 2º Constl. para hacer cumplir con sus deberes al escrivano y Arquitecto referidos, valiendose de los medios que su prudencia le dicte, pudiendo imponerles alguna multa si fuera necesario» (AMVA Actas del Pleno del 25 de mayo de 1841).
10. Vicente Miranda explica en sus informes como «enterado del precedente oficio y en cumplimiento de lo decretado por VI en el mismo, teniendo a la vista la copia del pliego de condiciones que me manifesto el contratista; he reconocido la Obra que se esta egecutando en la Parroquia de N^{ra} S^{a} de la Antigüa; y resulta: Que efectivamente se faltaba por el contratista á las condiciones que le fueron impuestas, quien persuadido de que efectibamente habia faltado por creer que de el modo que lo hacia no perjudicaba á la solidez de la Obra; manifesto que estaba dispuesto á egecutarlo segun las explicaciones que sobre las condiciones citadas le manifesté. es cuanto sobre el particular puedo hacer presente a VI quien en vista de estos datos determinará como siempre lo mas oportuno». Y tres días más tarde: «Como ampliación a mi anterior oficio fecha 27 del corriente debo manifestar que me persone en la Obra que se está egecutando en la Iglesia de nuestra S^{ra} de la Antigüa; por el contratista D^{n} Felipe Tablares, y reconocida resulto que por el citado contratista se habían suprimido las formas de armadura que en las condiciones se hallaban indicadas habiendo puesto en su lugar unas tigeras ó tornapuntas que según él creía suficientes para la resistencia de la misma armadura: En vista de esto le demostre en primer lugar que no eran suficientes las espresadas tornapuntas, y en segundo lugar que bajo ningun concepto podía hacer alteración alguna en las condiciones indicandosele por mi como debian entenderse aquellas para evitar interpretaciones sucesibas. Enterado el contratista se obligó a egecutar todo segun las condiciones y hoy puedo manifestar á VI que las formas se hallan ya colocadas no solamente con los jabalcones que sostienen el pendolon en sentido de las mismas formas sino tambien con otros dos de costado y habiendo dejado ademas las tigeras que puso» (AMVA CH383-1)

11. (Cursivas añadidas) «agria problemática surgida entre los arquitectos Julián Sánchez García, Vicente Miranda y Bayón y Ortiz de Urbina. …En todo caso, debía de sentirse (*Julián Sánchez García*) con poder suficiente, y de hecho siempre mantuvo una actitud de superioridad similar, como para enfrentarse a cualquier compañero de profesión que se interpusiera en su camino o criticase su trabajo, el llevado a cabo o no» (Domínguez 2013, 880)
12. La exclusividad y el salario limitado no sólo supusieron una importante fuente de problemas en la contratación de arquitectos municipales en Valladolid, donde se hizo una excepción especial permitiendo a Miranda de forma excepcional contratar encargos privados. En Zamora y Soria, por ejemplo, se permitía contratar trabajos particulares pero el sueldo fijo era considerablemente inferior (Domínguez 2003, 132)

Lista de referencias

Arenas Cabello, F. 2005. «La titulación del aparejador. Evolución histórica de sus atribuciones profesionales: desde el Decreto Luján de 1855 hasta la Ley 38/1999 de Ordenación de la Edificación». *Boletín de la Facultad de Derecho, 26*: 15-31

Bonet Correa, A. 1985. (Dir.) *La polémica ingenieros-arquitectos en España, siglo XIX.* Madrid: Turner, Colegio Oficial de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

Brasas Egido, J.C. 1978. El arquitecto Manuel Serrano. *Boletín del Seminario de estudios de Arte y Arqueología*, 44: 467-477

Domínguez Burrieza, F.J. 2003. «La Academia y los arquitectos municipales: el caso de Valladolid». *Boletín del Seminario de estudios de Arte y Arqueología*, 96-97: 119-132.

Domínguez Burrieza, F.J. 2013. «Consideraciones en torno a los trabajos de peritaje en la arquitectura vallisoletana de la segunda mitad del siglo XIX». *Arte y Ciudad - Revista de Investigación*, Extraordinario 3.1: 873-892.

Galante Gómez, F. 1989. *El ideal clásico en la arquitectura canaria*. Las Palmas de Gran Canaria: Edirca.

Granell, E. y Ramón, A. 2012. *Col·legi d'Arquitectes de Catalunya 1874-1962*. Barcelona: COAC.

García Filgueira, M. 2005. «Clasicismo, neomedievalismo y eclecticismo en la obra de Domingo Rodríguez Sesmero como arquitecto diocesano de Tui y Santiago de Compostela (1882-1897)». *Cuadernos de Estudios Gallegos,* Tomo LII, Fascículo 118: 305 - 345.

Iglesias Rouco, L.S. 1978. *Urbanismo y Arquitectura de Valladolid. Primera mitad del siglo XIX*. Valladolid: Ayuntamiento de Valladolid.

Muro Morales J. I. 2002. «Ingenieros militares en España en el siglo XIX. Del arte de la guerra en general a la profesión del ingeniero en particular». *Scripta Nova, Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, Universidad de Barcelona Vol. VI, nº 119 (93).

Navascués Palacio, P. 1990. «La Arquitectura española del siglo XIX: Estado de la Cuestión». *Anuario del Departamento de Historia y Teoría del Arte (U.A.M.)* Vol II: 27-43.

Navascués Palacio, P. 1999. Prólogo del libro. En Hermoso y Delgado. *Jerónimo Arroyo López, arquitecto*. Palencia: La Editora del Carrión.

Ortueta Hilderbrath, E. de. 2005. «Los expedientes de licencias de obras del siglo XIX y la Historia de la Construcción». En *Actas del Cuarto Congreso Nacional de Historia de la Construcción*. Cádiz, 27-29 de enero de 2005. Madrid: Instituto Juan de Herrera, SEHC, COAC, CAATC, 809-819.

Redondo Cantera, M.J. 1997. «Canteros, Maestros de Obras y Académicos: un pleito sobre titulación para el ejercicio de la Arquitectura tras la Real Orden de 1787». *Boletín del Seminario de estudios de Arte y Arqueología,* 63: 539-554.

Sánchez García, J.A. 2000. «La recepción de modelos franceses en la arquitectura ecléctica: Alejandro Rodríguez-Sesmero y su proyecto para el ayuntamiento de Pontevedra (1876)». *Espacio, tiempo y forma. Serie VII, Hª del Arte. 13: 361-400.*

Sáenz Ridruejo, F.S. 1984. «Datos para el estudio sociológico del cuerpo de Ingenieros de Caminos a mediados del siglo XIX». En *Actas del Segundo Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias,* Jaca 27 de septiembre-1 de octubre de 1982. SEHCYT, 361-378.

Virgili Blanquet, M.A. 1979. *Desarrollo urbanístico y arquitectónico de Valladolid (1851-1936)*, Valladolid: Ayuntamiento de Valladolid.

La casa Jacob I de Frank Lloyd Wright. Un hito en la arquitectura bioclimática

María Ángeles Beltrán Fernández
Julian García Muñoz
Emmanuel Dufrasnes

Wright nace en 1867, en el estado de Wisconsin, Estados Unidos. Vivió casi 92 años, y a lo largo de su extensa carrera con más de 1.000 proyectos y 500 edificios construidos, se aprecia una evolución lógica que culmina con lo que él mismo denominó Organic Architecture, movimiento que promueve la armonía entre el hábitat humano y el mundo natural. Fue un personaje que consagró su extensa vida a la arquitectura, durante la cual fue testigo de numerosos acontecimientos históricos e importantes avances tecnológicos; la primera y la segunda Guerra Mundial, la gran depresión del ‘29, la utilización del coche y el desarrollo suburbano, los nuevos sistemas de acondicionamiento y los nuevos materiales ligados a la construcción, que condicionaron indiscutiblemente su arquitectura.

A principios del S. XX Wright diseña el edificio de oficinas Larkin,[1] en Búfalo, Estados Unidos, cuya construcción termina en 1905. Banham (1969) lo describe como una pieza maestra en de la arquitectura moderna, concebido de forma hermética para evitar la entrada del aire viciado del exterior causado por los trenes de la New York Central que pasaban cerca. El interés radica, tanto en el sistema de climatización, considerado uno de los primeros edificios con aire acondicionado[2] en Estados Unidos (Banham 1969), como en la gestión de la iluminación natural conseguida a través de un enorme patio central de gran altura, acristalado.

En 1906 construye el Templo Unitario, en Oak Park, Illinois, considerado como uno de los primeros edificios construido con hormigón armado (Courard et al. 2012). Para este edificio, había diseñado un sistema de calefacción «Gravity Heat»,[3] sin llegar, finalmente, a instalarlo.

Durante toda su carrera, Wright tuvo una constante preocupación por la vivienda a precio moderado y confortable para la familia media americana. Con este objetivo, realiza numerosos estudios y experimentos sobre la industrialización y prefabricación. Entre 1912 y 1916, diseña una serie de viviendas en Milwaukee, conocidas como American System-Built Homes, en las que la estructura de madera llegaba cortada y preparada para ser ensamblada en la obra, facilitando el trabajo, disminuyendo los plazos de construcción y los residuos en la obra.

Durante la década de los años veinte, realiza cuatro proyectos residenciales en Los Angeles en los que emplea un nuevo sistema constructivo; Textile Block. Se trata de un sistema modular, prefabricado y sencillo, accesible económicamente y capaz de ser construido incluso por los propios propietarios. Para ello empleó el bloque de hormigón por ser un material de construcción accesible económicamente. Éstos eran realizados in-situ con arena procedente de la excavación de la cimentación de la propia vivienda con el fin de mimetizar el edificio con su entorno.

Al final de esta década, Wright admite la debilidad constructiva del sistema y lo abandona, para retomarlo posteriormente, a partir de 1950, para sus casas Usonian Automatic. En esta ocasión los bloques de hormigón son de mayor tamaño y de una mayor sim-

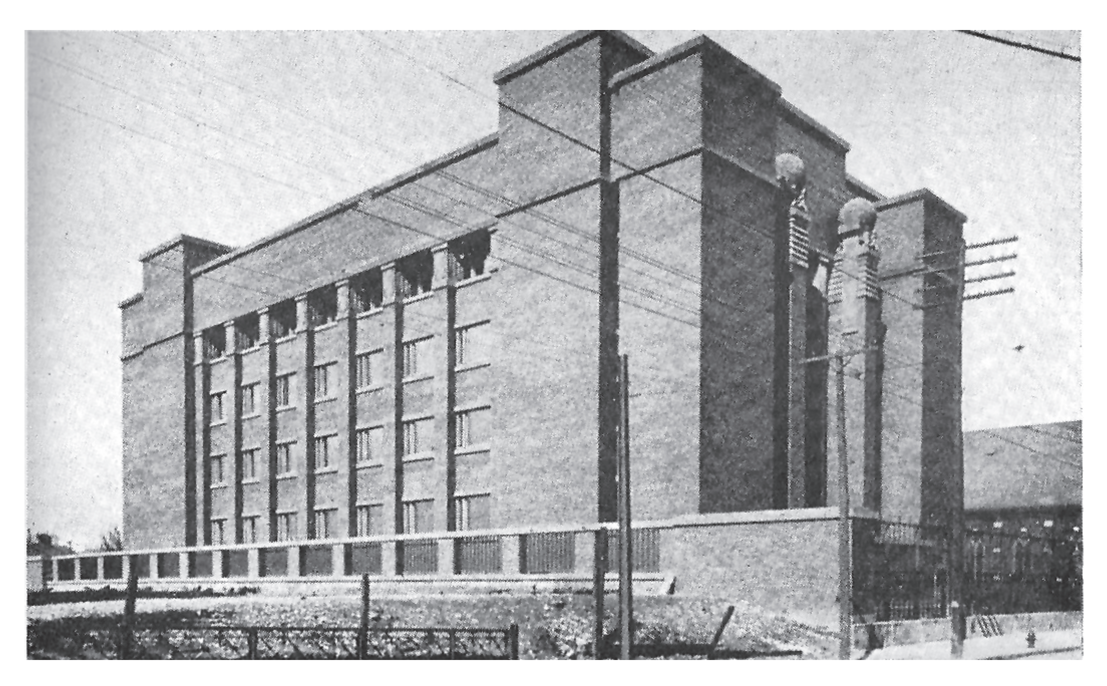


Figura 1
Fotografía del exterior del edificio de oficinas Larkin, Búfalo (Banham 1969, 87)

plicidad ornamental, reduciendo aún más los plazos de ejecución, el presupuesto y la facilidad constructiva en la obra.

Durante la década de los años treinta, y acentuado por la gran depresión del '29, Wright desarrolla su teoría de urbanismo utópico en Broadacre City, basado en la vivienda Usoniana.[4] El modelo número 1 fue la primera casa para el matrimonio Jacobs en 1937, cuya repercusión en la arquitectura residencial del S. XX es bien conocida, y ha desviado la atención sobre la calidad constructiva y medioambiental que representa. Igualmente representativa es la segunda vivienda que diseñó para los Jacobs en 1948, el Hemiciclo Solar, pionera en cuanto a energía solar pasiva.

Desde principios del S. XX, Wright se sintió atraído por las posibilidades constructivas que el hormigón armado podía aportar. En 1939 termina la obra del edificio administrativo de la compañía S. C. Johnson & Son, en Wisconsin, cuya estructura basada en una serie de columnas dendriformes de hormigón armado, con el fin de obtener una cubierta semitransparente capaz de iluminar cenitalmente el espacio interior, supuso un verdadero adelanto para la época (Siry 2013).

En 1959 culmina la construcción del museo Guggenheim de Nueva York, un edificio monolítico, con una geometría singular en espiral, construido en hormigón armado, que supuso un reto estructural (Martín 2011).

La calidad estética de la obra de Wright está íntimamente ligada a la inteligencia constructiva de sus edificios, lo cual queda reflejado en los materiales y sistemas constructivos empleados, cuya elección está condicionada por el objetivo de alcanzar un grado de confort interior agradable para el usuario.

La Casa Jacobs I. Análisis Constructivo y Bioclimático

La casa Jacobs I está catalogada por el American Institute of Architects como uno de los veinte proyectos residenciales más importantes del S. XX. En enero de 2015, once edificios de Frank Lloyd Wright, entre los que se encuentra la citada casa, han sido nominados para ser incluidos en la lista de patrimonio Mundial de la UNESCO (UNESCO 2015).

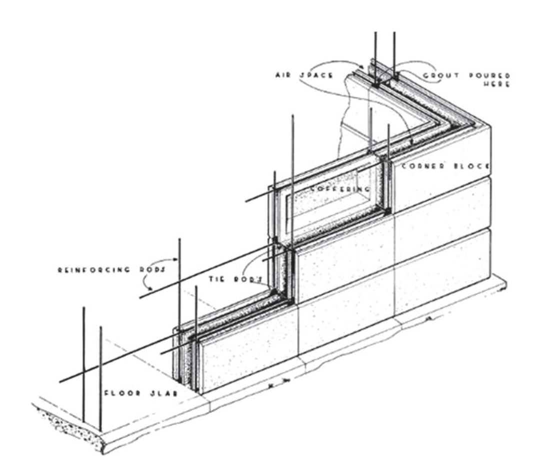


Figura 2
Detalle del sistema constructivo con bloques de hormigón de *Usonian Automatic.* (Wright 1954, 201)



Figura 3
Fotografía de la prueba de carga de las columnas dendriformes del edificio para la compañía S.C. Johnson & Son (Martín 2011, 45)

Antecedentes

La familia Jacobs conoció a Frank LLoyd Wright en 1936 en Taliesin III. Ese mismo año, los Jacobs se mudaron a Milwakee en Madison, Wisconsin, con la idea de hacerse construir una vivienda. A través de un amigo, aprendiz en Taliesin, decidieron contactar a Wright, quien en aquel momento ya era un arquitecto de renombre, pues había diseñado en 1934 la Casa de la Cascada y en 1939, el edificio administrativo de la Compañía S. C. Johnson & Son.

Cuando los Jacobs le proponen una casa modesta y de bajo presupuesto, Wright se mostró entusiasmado con la idea, ya que el desarrollo de este tipología de vivienda había estado siempre latente en su arquitectura.

Los Jacobs adquirieron una parcela en una zona residencial en las afueras de Madison de 120’-0” x 120’-0” (36 x 36 m. aproximadamente) por un precio de 1600 $. El diseño de Wright consistía en una vivienda de una planta cuya fachada a la calle era prácticamente opaca, aportando privacidad, pero que se abría al jardín interior a través de grandes ventanales situados tanto en el salón como en los dormitorios. En lugar de una fachada expuesta al vecindario con una clara y noble entrada, habitual de esa época, la fachada consistía en un muro de madera prácticamente ciego. La misma sencillez estética presenta la puerta de entrada, también de madera, sin ningún elemento superfluo o innecesario.

Datos de partida: situación, clima y programa

Madison se encuentra en el estado de Wisconsin, al Norte de los Estados Unidos (43° 3´ 31" N, 89° 26´ 29” W). Se trata de un clima continental húmedo, según la clasificación climática de Köpen, en que las temperaturas máximas medias en verano alcanzan los 28º C y en invierno descienden hasta los –12º C. Las precipitaciones anuales son de 800 mm, siendo más abundantes en los meses calurosos de verano (AEMET). Los vientos dominantes, prácticamente durante todo el año, provienen del suroeste a noreste y noroeste (www.windfinder.com).

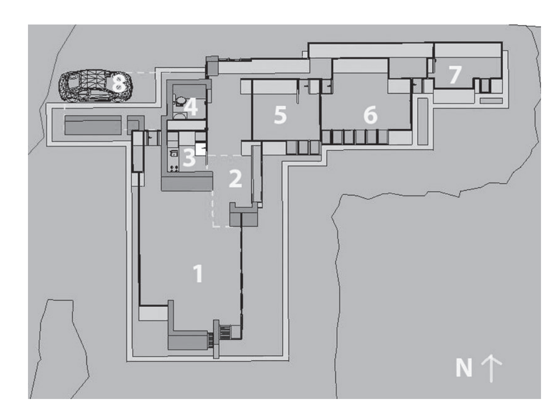


Figura 4
Programa de la vivienda (elaborado por el autor)

Programa	Superficie (pies)	Superficie (m)
1. Salón	29'-0'' x 18'-0''	8.80 x 5.50
2. Comedor	6'-0'' x 12'-0''	1.80 x 3.60
3. Cocina	7'-0'' x 8'-0''	2.10 x 2.40
4. Baño	6'-0'' x 8'-0''	1.80 x 2.40
5. Dormitorio	10'-0'' x 12'-0''	3.60 x 4.80
6. Dormitorio principal	12'-0'' x 16'-0''	3.00 x 3.60
7. Dormitorio pequeño	8'-0'' x 12'-0''	2.40 x 3.60
8. Carport		
Sotano	8'-0'' x 16'-0''	2.40 x 3.60

Tabla 1
Cuadro de superficies en pies-pulgadas y en metros (elaborado por el autor).

El programa se organiza en una única planta con un pequeño sótano de 8'-0" × 16'-0" (2.40 x 4.80 metros aproximadamente) que alberga la instalación para calefacción y agua caliente sanitaria. La planta baja tiene una superficie de 1550 pies cuadrados (144 m^2) y se dispone en forma de *L*. La entrada se produce a través de un espacio cubierto coincidiendo con la intersección de la L, en continuidad con el carport.[5]

El ala paralelo a la vía pública alberga la zona vividera; un amplio salón con una gran chimenea y vistas al jardín interior; el comedor y la cocina adyacentes y separados del salón a través del muro de fábrica que contiene la gran chimenea central. El otro ala, alberga los tres dormitorios. Todos ellos con grandes ventanales orientados al jardín, y conectados entre sí a través del pasillo. Como se aprecia en el plano, la charnela de la vivienda está constituida por el núcleo de cocina y baño, e instalaciones en el sótano, próximos entre sí para el aprovechamiento de las instalaciones.

Relación con la naturaleza; lugar y clima

La vivienda se ubica en la esquina noroeste en la parte más elevada de la parcela, sobre una plataforma artificial de tierra, dejando unos retranqueos con respecto a la calle y a la parcela norte lo más reducidos posible. Wright otorga gran importancia al jardín interior, privado y a las vistas existentes abriendo la vivienda a través de las grandes superficies acristaladas, tan características a en su obra posterior.

Wright, original de Wisconsin, conocía el clima extremo al que se enfrentaba. El diseño está fuertemente condicionado por las características del mismo, quedando demostrado a través del tratamiento diferente que Wright otorga a las fachadas: las fachadas norte y oeste son prácticamente opacas, dando privacidad a la vivienda y minimizando el intercambio de calor con el exterior, al contrario que las sur y este, que presentan grandes superficies acristaladas, que aportan continuidad a la vivienda y aprovechan las ventajas del aporte del sol.

Sistema constructivo

La casa Jacobs I representa el primer modelo de casa Usonianas, en el que el arquitecto buscó la sencillez constructiva a través de la estandarización y la prefabricación de elementos, reduciendo la complejidad, la mano de obra, los plazos de ejecución y los costes de construcción. Wright previó un módulo fijo de 2'-0" × 4'-0" (60 × 120 cm. aproximadamente), a modo de malla constructiva representada sobre la solera, que denominó unity system de forma que todos los elementos de la vivienda debían respetarlo.

La construcción de la vivienda comienza el 2 de junio de 1937 (Jacobs 1978). La primera fase consistió en la excavación y ejecución del sótano con muros de hormigón armado. Las dimensiones del sótano son suficientemente reducidas para albergar la caldera. Tras el replanteo de la solera, se vertió la capa de grava sobre el terreno que contenía las tuberías para el sistema de calefacción. Este sistema, bautizado como «Gravity Heat» fue pionero en Estados Unidos. Se instalaron una serie de circuitos cerrados, tres



Figura 5
Fotografía tomada durante las pruebas de funcionamiento del sistema de calefacción «Gravity Heat» (Jacobs 1978, 28)

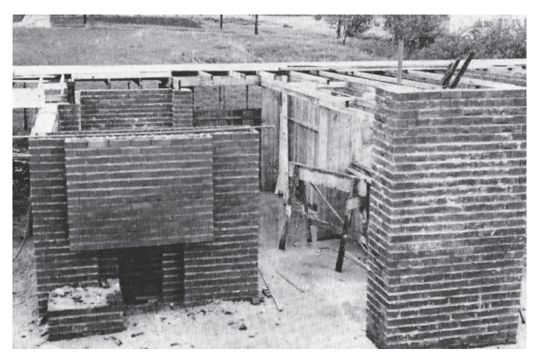


Figura 6
Construcción del núcleo central de chimenea, cocina y baño y estructura de madera de la cubierta del ala de dormitorios (Jacobs 1978, 32)

para el ala de dormitorios y cuatro para el ala del salón, compuestos por tuberías de 2” de hierro soldadas que transportaban vapor de agua calefactando, así, la solera y aportando calor al interior de la vivienda (Sturgeon y Porges 1997-1998). Las pruebas de funcionamiento del sistema se realizaron con éxito al final del verano de 1937, fecha en la que las tuberías fueron cubiertas por la solera de hormigón de la planta baja de 4” de espesor (10 cm. aproximadamente) (Storrer 1993; Jacobs 1978).

Una vez la solera terminada y las líneas del unity system replanteadas, comenzó la construcción del núcleo de la vivienda mediante fábrica de ladrillo macizo. El muro exterior envuelve el núcleo central dando forma a la gran chimenea y delimitando el baño. Los ladrillos empleados correspondían a los descartes realizados en la construcción del edificio de la compañía S. C. Johnson & Son, en construcción en ese momento, con el objetivo de abaratar los costes de la vivienda. Muchos de ellos presentan la forma curvilínea tan característicos del edificio. Los muros son de 1 pie y se elevan hasta una altura máxima de 11’-0” (330 cm. aproximadamente), en la cocina y el baño. El aparejo empleado queda bien definido en las especificaciones del proyecto (Jacobs 1978); las juntas verticales son prácticamente inexistentes, sin embargo la junta horizontal debía medir 5/8” (15 mm. aproximadamente) y retranqueada 3/4” (8 mm. aproximadamente) acentuando de esta forma la horizontalidad de la vivienda, tan característica de la obra de Wright.

Posteriormente se edificaron los muros exteriores, las particiones interiores y la estructura de cubierta, con madera como material principal. El cerramiento exterior, está construido con un nuevo sistema diseñado por el arquitecto. Frente al sistema convencional de entramados de madera, Wright ideó un sistema similar al SIP, Structural Insulated Panel, consistente en unos tableros de madera centrales, en este caso de pino[6] de 1” de espesor (2,54 cm.), en vertical, anclados a la solera a través de una llaves de acero galvanizadas. Estos paneles están protegidos con papel kraft a modo de barrera de vapor en ambos lados. El acabado final, tanto al exterior como al interior presenta la misma imagen. Unos listones colocados en horizontal cada 1’-0” (30 cm. aproximadamente) son atornillados al núcleo central. Gracias a sus bordes machihembrados, hacen de soporte de los tableros de madera que componen la fachada sin necesidad de anclajes suplementarios. Para el acabado exterior, se utilizó madera de pino para los tableros y de secuoya, de California, para los listones. El espesor completo de este cerramiento no alcanzaba las 3” (7,5 cm. aproximadamente), lo cual supone un cerramiento exterior bastante esbelto. Los propios carpinteros de la obra dudaban de la solidez de estos muros de madera. Sin embargo, una vez entendida y comprobada la viabilidad del sistema, se mostraron satisfechos. La madera, siguiendo los principios del arquitecto, mostraría su aspecto original, aplicando para su conservación y protección, en el interior una capa de cera, y al exterior una capa con aceite de li-



Figura 7
Detalles del sistema constructivo del cerramiento de madera (www.savewright.org)

naza, ambos transparentes. Los muros de cerramiento correspondientes al ala del salón se elevaban hasta una altura de 9'-0" (270 cm. aproximadamente) resultando un muro demasiado esbelto. Wright diseñó una estantería que ocupaba toda la fachada oeste, mediante tableros de madera haciéndola más rígida y sólida.

El mismo sistema constructivo se empleó para las particiones interiores del ala de los dormitorios pero con una altura de 7'-0" (210 cm. aproximadamente).

Este sistema constructivo produjo gran curiosidad entre las numerosas visitas que se acercaban a la obra. Los trabajadores habían realizado una muestra del cerramiento para explicarlo. Wright había imaginado que este sistema sencillo fuera construido en la fábrica y transportado a pie de obra, reduciendo así la mano de obra, los plazos de construcción y los costes de ejecución.

En 1938 se publicó un artículo en la revista *Architectural Forum 68* sobre la construcción de la vivienda, en la que destacaba la simplicidad constructiva y el confort, con un presupuesto tan reducido, a raíz del cual aumentaron notablemente las visitas. Entre todas ellas, Herbert Jacobs destaca la de Walter Gropius.[7]

Según narra Herbert Jacobs (1978), la demanda de las visitas era tan numerosa, que decidieron cobrar 50 céntimos por cada una, con lo que llegaron a igualar los honorarios del arquitecto.

La cubierta de la vivienda presenta tres niveles diferentes; la cubierta del ala de dormitorios y el *carport* con una altura de 7'-0" (210 cm. aproximadamente), la del salón comedor de 9'-0" (270 cm. aproximadamente) y la cubierta del núcleo central con una altura de 11'-0" (330 cm. aproximadamente). Todas las alturas corresponden a la altura libre de forjado. La estructura está compuesta por 3 vigas de madera superpuestas una sobre otra de 2x4", sumando un canto total de 12" (270 mm.), en el caso de las cubiertas de los dormitorios y del salón comedor, con una luz máxima de 20'-0" (600 cm. aproximadamente). En el núcleo central, siendo la luz más reducida, de 8'-0" (240 cm. aproximadamente), se emplearon dos vigas en lugar de 3, haciendo un canto más reducido. En ambos casos se respeta el módulo establecido en la vivienda, y las vigas están colocadas cada 2'-0" (609 mm.) apoyando directamente sobre el muro de fábrica o sobre el cerramiento de madera. La diferencia de altura entre los tres niveles de cubiertas se aprovecha para colocar ventanas que permiten iluminar y ventilar los espacios interiores de la casa. La cubierta presenta una ligera pendiente que se consigue mediante la colocación de unos calzos entre las vigas en la parte central para la evacuación libre de agua por los bordes de la misma, evitando así las bajantes y los canalones, suponiendo un ahorro en la ejecución de la obra y en materiales. Según el propio arquitecto, este sistema constructivo era más económico en cuanto a material, transporte y manejabilidad en la obra, al emplear 3 vigas de secciones pequeñas en lugar de una gran viga de canto. Además, permite aportar ligereza a los grandes voladizos de la vivienda, generalmente de 4'-0" (120 cm. aproximadamente) disminuyendo el espesor a medida que aumenta su vuelo en relación a la fachada (Wright 1954).

La carpintería exterior, también de madera respeta igualmente el módulo existente, estructurándose cada 2'-0" con unos pilares de 2 × 4", coincidiendo con las vigas de cubierta. La carpintería de las fachadas este y sur, comprende toda la altura de la vivienda, es decir 7'-0" para los dormitorio y 9'-0" para las puertas del salón, todas ellas practicables, abriéndose completamente a la naturaleza. Sin embargo, las ventanas de las fachadas norte y oeste, con una altura de 1'-0" (30 cm. aproximadamente) y dispuestas en ho-

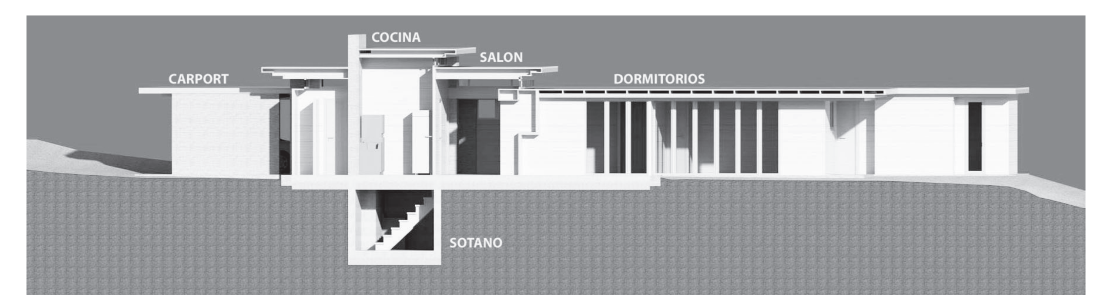


Figura 8
Sección de la vivienda mostrando los diferentes niveles de las cubiertas (esquema elaborado por el autor a partir de una maqueta digital realizada en Revit 2015)

rizontal con divisiones cada 2’-0”, están directamente en contacto con la cubierta, de forma que desde el interior se percibe visualmente el voladizo exterior. Para iluminar el área del comedor, Wright diseñó una gran ventana de 5’-0” de altura (150 cm. aproximadamente), sobre el banco corrido, que vuela con respecto a la línea de fachada. Los vidrios de las ventanas, sencillos, provenían de la reutilización de los vidrios de escaparates de locales comerciales, cuidadosamente cortados y limpiados. (United States Department of the Interior. 2003)

Confort interior

Los Jacobs se mudaron el 27 de noviembre de 1937, un día templado y soleado. La vivienda estaba todavía sin acabar y quedaban varios detalles por rematar, entre ellos, todo el cableado eléctrico. Los Jacobs estaban entusiasmados con la casa, pero no dejaban de preguntarse si ésta iba a resultar igual de confortable como lo era desde el punto de vista estético.
La disposición en L de la vivienda presentaba numerosas ventajas:



Figura 9
Fotografía aérea con estudio de soleamiento durante el solsticio de invierno (esquema elaborado por el autor a partir de www.sunearthtool.com)

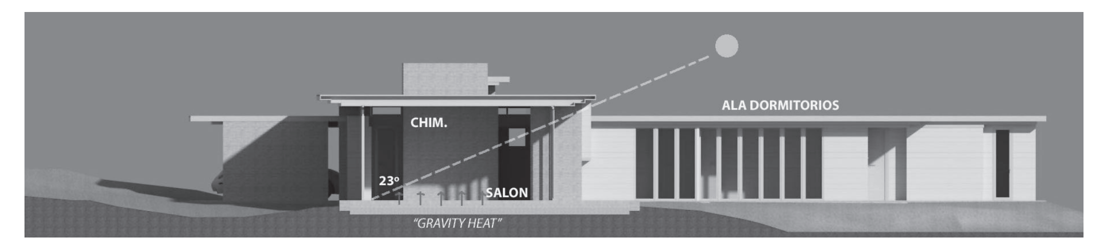


Figura 10
Sección de la vivienda por el salón con estudio de soleamiento en invierno mostrando la inclinación del sol (esquema elaborado por el autor a partir de una maqueta digital realizada en Revit 2015)

En invierno, el ala de la zona vividera, con orientación este, se abre al jardín a través de toda su fachada acristalada aprovechando las ventajas del sol en cuanto a calefacción e iluminación naturales. Como se aprecia en el esquema de soleamiento (figura 9), esta fachada en invierno recibe radiación solar desde el amanecer hasta las 14:00 horas. El diseño realizado por Wright, permite la entrada de radiación solar hasta el fondo de las estancias en los meses fríos en que el sol presenta menor inclinación (figura 10). El sistema de calefacción se componía pues del calor proporcionado por el sol, el aprovechamiento de la inercia térmica de la solera de hormigón, el sistema «Gravity Heat», y la gran chimenea central, que juntos daban como resultado uno de los sistemas de calefacción más agradables, según palabras de la propietaria, Katherin Jacobs (1978), afirmando que el confort interior en días soleados, podía alcanzarse incluso con 10 grados menos que en una vivienda convencional. Sin embargo, en los días muy fríos de invierno, un jersey y la chimenea eran imprescindibles. Ésta, además de aportar el calor del fuego, aportaba calor, incluso una vez apagada gracias a la radiación de la masa térmica de los ladrillos. A partir de las 14:00 h, el sol ilumina de forma natural el salón a través de la ventana en esquina y a última hora de la tarde a través de las ventanas altas de la fachada oeste. Esta fachada está aislada del frío por la estantería corrida, que junto con el espacio intermedio que la separa del salón, ayuda a mantener constante la temperatura en este espacio.

En cuanto al ala de dormitorios, éstos están orientados al sur conectados al jardín a través de grandes ventanas practicables, y reciben radiación solar plena en invierno hasta las 14:00 h, momento en que el ala vividera comienza a arrojar sombra. El sistema de calefacción empleado produce el mismo resultado que en el ala del salón. El pasillo que comunica los dormitorios, los protege a su vez de la fachada fría norte, haciendo de espacio intermedio, a excepción del tercer dormitorio, más frío, según los propios propietarios, ya que dispone de tres fachadas exteriores y al contrario que los otros, no tiene esas grandes superficies acristaladas.

El sistema de calefacción «Gravity Heat» que se instaló en la vivienda, fue pionero en Estados Unidos, y sirvió de modelo experimental para futuros proyectos. Según narra la familia Jacobs (1978), éste presentaba algunos defectos; la temperatura de retorno de los circuitos era demasiado baja, problema que se acentuaba en el dormitorio del fondo, que sólo era calefactado mediante uno de los tres circuitos con una temperatura poco adecuada. En 1940, como solución al problema, Wright propuso que se cambiara el sistema original de vapor de agua por agua caliente, que estaba empezando a instalar en otras casas usonianas, mejorando la eficiencia del conjunto. Sin embargo, según la experiencia de los propietarios, en los días muy fríos de invierno con temperaturas de hasta –15º C, y con fuertes vientos, éste resultaba escaso para combatir la pérdida de calor que se producida debido a la falta de aislamiento y a las grandes superficies acristaladas.

En verano (figura 11), la fachada este del ala vividera, recibe radiación solar igualmente hasta las 14:00 horas; sin embargo el diseño de los grandes voladizos sobre las superficies acristaladas, las protegen a medida que el sol se eleva, coincidiendo con las horas más calurosas del día (figura 12). En cuanto al ala de los dormitorios, se produce el mismo efecto, y durante las últimas horas del día, en que el sol disminuye el ángulo de incidencia, los voladizos y el ala del salón, la ensombrece evitando así su sobrecalentamiento. Para mantener el in-



Figura 11
Fotografía aérea con estudio de soleamiento durante el solsticio de verano (esquema elaborado por el autor a partir de www.sunearthtool.com)

terior a una temperatura agradable, todas las ventanas son practicables, de forma que a través de la ventilación natural y la ventilación nocturna, se consigue una ambiente adecuado. También se basó en las características de los materiales; tanto la solera de hormigón como la masa de ladrillo del núcleo central se enfrían durante la noche, ayudando a refrescar el interior de la vivienda durante las primeras horas del día.

La disposición de la cocina dentro de la vivienda, suponía una novedad frente a la tipología residencial de la época. Situada en el centro de la casa, se abre al comedor dando continuidad al espacio y conectándola visualmente con el jardín a través de la ventana corrida. Aprovechando la diferencia de niveles de las cubiertas, Wright diseña una serie de ventanas altas orientadas al sur y al este que aportan iluminación natural y permiten ventilar la cocina y el baño, evitando que el aire viciado llegue al salón.

Siguiendo la simplicidad constructiva y estética de la vivienda, Wright diseñó el sistema de iluminación artificial, con un presupuesto de 100 $. Compuesto por un canal metálico de 3” de ancho y 1” de profundidad (7,5 × 2,54 cm.), estaba anclado al entablado del techo, y albergaba el cableado eléctrico alimentando una serie de bombillas colocadas en un intervalo de 2’-0” (609 cm) siguiendo el unity system.

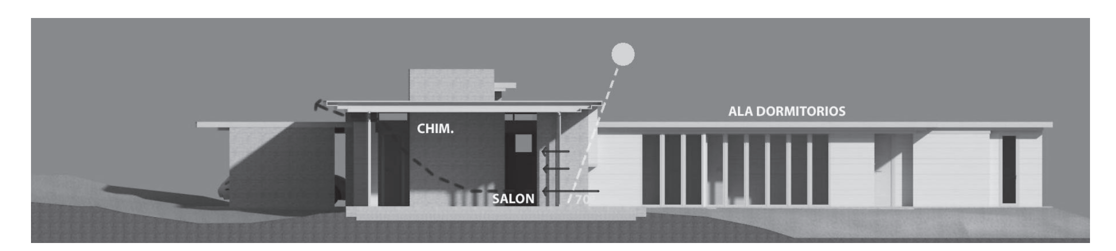


Figura 12
Sección de la vivienda por el salón con estudio de soleamiento en verano mostrando la inclinación del sol y la ventilación natural de la vivienda (esquema elaborado por el autor a partir de una maqueta digital realizada en Revit 2015)



Figura 13
Fotografía del salón con la instalación eléctrica (Jacobs 1978, 46)

En cuanto al jardín, Wright lo planifica como continuidad espacial de la vivienda. El salón se comunica con la terraza exterior a través de la fachada este, acristalada, cuyas puertas, son todas practicables. Sumado a la continuidad de la solera, hace que se diluyan los límites entre interior y exterior. El espacio del jardín con orientaciones sur y este, queda protegido de los vientos del suroeste por los árboles, casi todos coníferas, que se plantaron para tal efecto. Igualmente, protegen el huerto que el arquitecto planificó para los Jacobs con el fin de economizar. La idea del huerto como autoconsumo, la instaura Wright en su diseño de ciudad utópica de Broadacre City, en que todas las familias poseían un espacio dentro de su parcela destinado a ello.

Los Jacobs residieron en esta casa hasta el 13 de noviembre de 1942, fecha en la que decidieron abandonar la vida en la ciudad para trasladarse a una zona más rural y próxima al campo donde se harían construir una nueva vivienda, también por el famoso arquitecto, la casa Jacobs II, más conocida como Hemiciclo Solar, en 1948.

Conclusión

Con pocos medios empleados, Frank Lloyd Wright diseñó una vivienda singular, confortable y de gran calidad espacial y medioambiental para la familia media americana, siguiendo principios bioclimáticos. Tuvo en cuenta el entorno, el clima y los materiales, por lo que empleó un sistema constructivo sencillo y rápido de ejecutar, con la idea futura de conseguir un grado de industrialización y prefabricación más elevado.

La disposición y tratamiento de las fachadas de forma diferente atiende a condicionantes climáticos con el objetivo de alcanzar un confort interior agradable sin el empleo sistemático de sistemas de climatización, ya utilizados en esa época. Las grandes superficies acristaladas protegidas por los voladizos, van a ser una constante en la obra del arquitecto, consiguiendo unos espacios interiores muy luminosos y confortables. Consciente del uso de combustible para calefacción que estas ventanas suponía, consideró los acristalamiento dobles una opción viable para un futuro próximo (Wright 1954, 98).

Aunque el presupuesto original fue considerado muy bajo para la época, hay que destacar que los propietarios ejecutaron algunos de los trabajos y que el arquitecto decidió reutilizar y reciclar materiales, absorbiendo parte del presupuesto; sin embargo, Wright fue más lejos, afirmando poder alcanzar un presupuesto aún inferior para las viviendas usonianas futuras mediante la construcción en serie y con un nivel de prefabricación más elevado, lo cual ensayaría en las Usonian Automatic.

Considerada como la primera casa usoniana, la casa Jacobs I, debe ser observada como un modelo experimental, teniendo en cuenta sus puntos débiles. El sistema de calefacción «Gravity Heat», el primero instalado en Estados Unidos, presentó algunas deficiencias, pero resultó exitoso en otros casos como en el edificio de la compañía S. C. Johnson & Son y en otras muchas viviendas usonianas después construidas.

Dado el interés de todo lo expuesto anteriormente, en la actualidad estamos avanzando en el desarrollo de un modelo digital sobre el que realizar simulaciones energéticas, que demuestren con datos concretos la veracidad del análisis realizado. Los primero modelos y resultados obtenidos, permiten confirmar el interés de esta construcción de Wright desde el punto de vista bioclimático.

Notas

1. El edificio de la oficinas Larkin fue demolido en 1950, tras el declive de la compañía a pesar de la oposición de numerosos arquitectos.

2. El sistema de climatización sólo tenía tratamiento de refrigeración de aire y no de humedad (Banham, 1969).
3. Sistema similar al actual suelo radiante que tuvo su origen durante un viaje a Japón en el invierno de 1914 con motivo de la construcción del Hotel Imperial en Tokio. Una de las habitaciones de las viviendas, conocida como *habitación Coreana,* estaba calefactada bajo suelo. Wright afirmaba que el microclima creado por medio de este sistema en que el calor sube desde el suelo de forma natural, por gravedad, origina un ambiente más agradable y permite tener una temperatura de confort menor, la cual fija en 65º F (18º C) (Wright, 1954).
4. La palabra *Usonia*, según el propio arquitecto, fue empleada por Samuel Butler, escritor inglés del siglo XIX, para nombrar el país de Estados Unidos. Frank Lloyd Wright se apropió del término para referirse al paisaje norteamericano, así como a un modo de hacer arquitectura. Empleó el adjetivo *usonian* para definir un nuevo tipo de vivienda, aplicando lo que él denominó el *«super-common-sense»* (Wright, 1954).
5. Con la idea de economizar tanto en presupuesto como en materiales, Wright propone este tipo de aparcamiento para los coches de la época suficientemente resistentes para el clima de Estados Unidos.
6. En proyectos posteriores de casas *usonianas*, Wright realizaría algunas mejoras como la utilización de tableros de plywood en lugar de pino (Jacobs 1978, 35).
7. Un día un joven arquitecto de Wisconsin se presentó en la obra sin avisar previamente, junto con el maestro alemán de la Bauhaus y uno de los máximos exponentes del Estilo Internacional, Walter Gropius. Wright, que no simpatizaba con este movimiento arquitectónico proveniente de Europa, del cual decía que era una mera copia de su arquitectura orgánica, sumado al hecho de no haber sido advertido de la visita, rehusó mostrarle la casa él mismo (Jacobs, 1978).

Lista de referencias

Banham, Reyner. 1969. *The architecture of the well-tempered environment.* London: The Architectural Press.

Courard, L; Gillard, A; Darimont, A; Bleus, J.M; Paquet, P. 2012. «Pathologies of concrete in Saint-Vincent Neo-Byzantine Church and Pauchot reinforced artificial stone». *Construction and Building Materials* 34: 201-210.

Martín, Diego. 2011. *El Guggenheim Museum de New York. Interpretación del papel de la estructura a través de la colaboración entre Frank Lloyd Wright y Jaroslav J. Polivka*. Departament d'Estructures a l'Arquitectura, ETSAV. Universitat Politècnica de Catalunya.

Jacobs, Herbert and Katherine. 1978. *Building with Frank Lloyd Wright: An Illustrated Memoir*. Herbert Jacobs and Katherine Jacobs.

Siry, Joseph M. 2013. «Frank Lloyd Wright's innovative approach to environmental control in his buildings for the S. C. Johnson Company». *Construction History* 28: 142-164.

Storrer, William Allin. 1993. *The Frank Lloyd Wright Companion*. Chicago: The University of Chicago Press.

Sturgeon, Amanda; Porges, Matthew. 1997-1998. *The Vital Signs Case Study-Building with Frank Lloyd Wright.* Students at the School of Architecture. University of Wisconsin, Milwaukee.

United States Department of the Interior. *2003. National Historic Landmark Nomination, Jacobs, Herbert and Katherine, First House*. Wahinton, DC: National Park Service.

Wright, Frank Lloyd. 1943. *An Autobiography*. Pomegranate Communications, Inc.

Wright, Frank Lloyd. 1954. *The Natural House*. New York: Horizon Press.

UNESCO. Disponible: http://whc.unesco.org/en/tentativelists/5249/. Consulta realizada el 20-06-2015.

www.savewright.org. Consulta realizada el 15-02-2015.

Agencia Estatal de Meteorología. Disponible: www.aemet.es. Consulta realizada el 15-04-2015.

Mapa Superforecast del viento Estados Unidos. Disponible: www.windfinder.com. Consulta realizada el 15-04-2015.

Fray Lorenzo de San Nicolás: el caracol con ojo de solución no radial

Patricia Benítez Hernández
Mercedes Valiente López

Los textos y tratados de construcción son una de las fuentes de conocimiento más importantes para la Historia de la Construcción. En 1639 se publica la primera parte del tratado «Arte y uso de Architectura» escrito por Fray Lorenzo de San Nicolás. Al igual que otros autores de este tipo de textos, su autor destacó por el fuerte control de la geometría.

Se ha afirmado durante mucho tiempo que dicho tratado no aporta grandes novedades (Bonet 1989, 49). No obstante, como comprobaremos a lo largo de esta comunicación en el campo de la escalera de caracol en general y del caracol con ojo en particular, supone un hito importante en el conjunto de textos españoles.

El objetivo general de este trabajo es contribuir al conocimiento de las formas en que se construyeron las escaleras de caracol, lo cual es fundamental a la hora de intervenir en estos elementos del Patrimonio. Los objetivos específicos del estudio han sido (i) en primer lugar la revisión del origen de esta tipología de escalera y su clasificación en base a la solución geométrica empleada para resolver su característico hueco central; (ii) en segundo lugar, el estudio de las ideas, conceptos y trazas que Fray Lorenzo de San Nicolás aporta sobre la escalera de caracol en general y el caracol con ojo en concreto; (iii) y por último su análisis comparativo con otras textos que incluyen entre sus trazas el caracol de husillo y el caracol con ojo.

El caracol con ojo: origen y clasificación

Origen de la escalera de caracol con ojo

La escalera de caracol con ojo, al igual que el tradicional caracol de husillo, tiene sus orígenes en la arquitectura Griega y en la arquitectura Romana.

El ejemplo más antiguo del caracol con ojo conocido a día de hoy se encuentra en las bien conservadas torres de Agios Petros en la Isla de Andros y de Pyrgos Chimarrou en la isla de Naxos, ambos del período helenístico (c. IV-III a.C.) (Coulton 1977, 149-150). No obstante, a pesar de la existencia de estos ejemplos tan tempranos, ninguna escalera de caracol, ni el caracol de husillo y ni el caracol con ojo, llegó a tener un uso habitual antes de la caída del Imperio Romano (Templer 1994, 53). La aparición y desarrollo de los gremios durante la Edad Media fue decisivo para su amplia y rápida difusión, ya que los gremios aportaron las técnicas estandarizadas necesarias para su construcción (Templer 1994, 54). A partir de ese momento la escalera de caracol de husillo empezó a gozar de cierta popularidad y fue repetida en todo tipo de edificios. No obstante, la escalera de caracol con ojo no reapareció hasta el período tardogótico a finales del siglo XV. El primer caracol de este tipo que fue construido en España data de entre 1435 y 1446. Fue obra de Guillem Sagrera y se encuentra localizado en una de las cuatro torres que rematan las esquinas de la Lonja en la ciudad de Palma.

Originalmente el carácter estrictamente funcional propio de estas escaleras circulares relegó al caracol con ojo a espacios reducidos. Sin embargo a comienzos del siglo XVI la escalera de caracol con ojo despertó un mayor interés en los maestros de la época y adquirió un uso cada vez más frecuente. Con el tiempo, fue desarrollando: mayores proporciones; una decoración cada vez más rica compuesta principalmente por la moldura hacia el interior del hueco y la moldura del pasamanos adosado al muro; la apertura de grandes huecos en los muros de la caja para favorecer el uso de la luz natural; así como un tratamiento cada vez más elaborado de la superficie del intradós (figura1).

Todos estos cambios dieron como resultado una escalera que poco a poco fue convirtiéndose en un elemento escultórico y relevante en los edificios Renacentistas y que comenzó a emplearse como acceso a espacios representativos como bibliotecas, archivos, etc. Un bello ejemplo de ello podemos encontrarlo en el Castillo de Hartenfels en Torgau (Alemania). En el camino hacia la perfección, se llegó incluso a combinar varios caracoles en una misma caja, como el caracol diseñado por Donato Bramante en el palacio Belvedere (Roma) (Templer 1994, 68).



Figura 1
Caracol con ojo. Colegio Mayor Fonseca. Salamanca. (Foto del autor 2009)

La escalera con ojo ha sido repetida desde entonces en numerosos edificios. Construida en piedra o con nuevos materiales como el aluminio, el acero, el hormigón, e incluso el cristal es fácil de encontrar en modernas construcciones. En algunos casos mantienen el reducido tamaño, el carácter utilitario y la escasa decoración característica de la primera etapa como por ejemplo los caracoles localizados en apartamentos, bibliotecas o incluso fábricas; otras veces son amplias, elegantes o incluso las piezas centrales del edificio, como por ejemplo: la ubicada en la salida de los Museos Vaticanos en Roma, diseñada por Giuseppe Momo en 1932; el caracol helicoidal exento bajo la pirámide del museo del Louvre en Paris (1989) o la localizada en el nuevo Exhibition Hall del Deutsches Historisches Museum en Berlin (2003) ambas diseñadas por Ieoh Ming Pei; en algún caso incluso el caracol no se limita tan solo a un elemento de comunicación entre espacios, sino que constituye el espacio mismo como por ejemplo el Museo Guggenheim en Nueva York diseñado por Frank Lloyd Wright en 1959.

Clasificación de la escalera de caracol con ojo

La escalera de caracol con ojo o de Mallorca es considerada una evolución de la escalera de husillo gótica (Sanjurjo 2007, 835). Desde el punto de vista constructivo, ambas escaleras comparten el mismo principio generador: la revolución de una pieza-peldaño en torno a un eje central. En este caso, sin embargo, el característico pilar del husillo parece que hubiera sido sustituido por un hueco central. No obstante, este pilar no desaparece sino que se mantiene, no localizado en el centro geométrico de la escalera, sino alrededor de él (Calvo 2000, 224). Incluso podemos presuponer que este sinuoso pilar actúa de forma similar al del caracol de husillo (Campbell y Tutton 2014, 37).

Frente al caracol de husillo, el caracol con ojo suma valiosas ventajas. Mediante la apertura del hueco central se logra mejorar la circulación de personas en la escalera, ya que: por un lado, a igual número de

huecos que el caracol de husillo, el caracol helicoidal permite una distribución más uniforme de la luz; por otro, el hueco permite la visión de la escalera en su totalidad con el objetivo de poder evitar el cruce de personas, complicado debido a la estrechez de la misma.

Así mismo el caracol con ojo se caracteriza por poseer un valor ornamental añadido al carácter funcional propio de las escaleras de caracol en general.

De acuerdo al diseño empleado para resolver el hueco central, las escaleras de caracol con ojo pueden clasificarse en tres grupos básicos (figura 2) (Benítez y Valiente 2014, 8):

– «Caracol con ojo de solución radial»
– «Caracol con ojo de solución tangencial»
– «Caracol con ojo de solución no-radial»

En este estudio nos hemos centrado en el denominado «caracol con ojo de solución no radial». Este tipo de esquema emplea un módulo-peldaño, que no posee ni la forma de sector circular, característica del «caracol con ojo de solución radial», ni la disposición en abanico característica del «caracol con ojo de solución tangencial».

La configuración del caracol con ojo mediante la solución no radial implica: (i) un módulo-peldaño en el que la tabica se dispone secante al hueco central, y que en consecuencia (ii) posee una longitud de peldaño superior al radio de la circunferencia de la caja que lo contiene. De esta forma a mayor hueco central, mayor longitud del peldaño. Respecto a este último punto es necesario aclarar que si bien ocurre igual en el caracol con ojo de solución tangencial, la longitud de la solución no radial no supera en ningún caso la de la solución tangencial. Se trata por tanto de una solución intermedia entre los dos primeras. El peldaño con huella no radial con frecuencia posee además una tabica curva.

Al igual que en las otras disposiciones, la geometría de la parte inferior del peldaño o intradós depende del tratamiento que se le dé al mismo, ya sea escalonado, continuo, acanalado, etc.

Esta solución es bastante inusual. La única referencia a dicho esquema en los textos españoles analizados la hemos encontrado en el tratado «Arte y Uso de Architectura» de Fray Lorenzo de San Nicolás (San Nicolás 1639).

El tratado de Fray Lorenzo de San Nicolás

En el siglo XVII uno de los principales tratados sobre arquitectura que se publica, junto con el de Caramuel, fue el del fraile agustino descalzo Fray Lorenzo de San Nicolás. San Nicolás nació en Madrid en 1593 y fue principalmente en esta ciudad donde desarrolló su profesión de arquitecto de la corte y donde escribió su tratado «Arte y uso de Architectura» (Díaz 2004, 160) (figura 3).

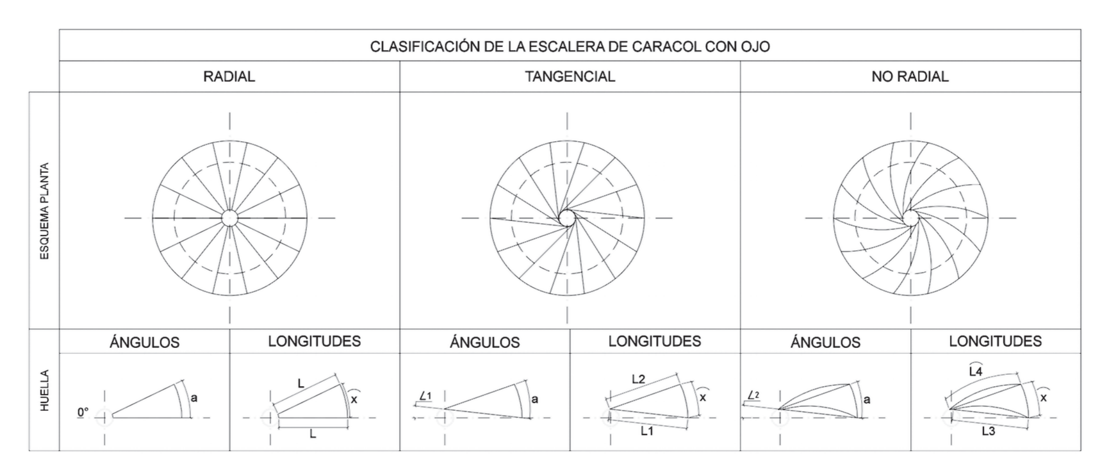


Figura 2
Soluciones de caracol con ojo. (Dibujo del autor 2015)



Figura 3
Portada tratado «Arte y uso de Architectura». Fray Lorenzo de San Nicolás (Colección Digital Politécnica)

El tratado está dividido en dos volúmenes independientes publicados en 1639 y 1665 (Díaz 2004, 177). En los primeros capítulos del primer volumen aborda los temas generales de Geometría, basados en los libros de Euclides, y Aritmética. A continuación describe «todo lo necesario para plantar y edificar un edificio» como la elección del solar, cimentación, órdenes, arcos, pechinas, bóvedas, escaleras y caracoles, etc. Continúa esta primera parte con la referencia a «los daños que sobrevienen a los edificios y de sus remedios» (San Nicolás 1639, 133r). Como remate del primer volumen se incluyen una serie de capítulos que abordan el problema de la medición del edificio así como un par de capítulos destinados a temas más generales sobre las plazas de maestro mayor así como las propiedades que ha de poseer este.

En el conjunto del tratado aparecen constantes referencias a importantes autores como Vitruvio, Serlio, Vignola o Palladio entre otros. Su deseo era reunir en un único libro lo más destacado de esos autores complementándolo con su propio conocimiento de la materia, de forma que a los maestros les bastara consultar su tratado para conocer todo lo importante y necesario sobre cada cuestión. Sus enseñanzas quedaban asimismo justificadas con las referencias a importantes ejemplos construidos como por ejemplo la Santa Iglesia de Toledo, la Santa Iglesia de Sevilla o el Alcázar de Toledo.

El capítulo LXIIII que «trata de las escaleras, fábrica, y cortes, por sus demostraciones» es donde se acomete el problema de la traza y disposición de las escaleras ya que sobre el «lugar donde se han de plantar» se trata en el capítulo XXIII (San Nicolás 1639, 116r-120r). En la parte final de dicho capítulo LXIIII es donde Fray Lorenzo habla de unas escaleras llamadas caracoles. Los dibujos elementales vienen acompañados de un texto aclaratorio, en el que entremezcla la definición del caracol de columna y el caracol de ojo. De esta última, Fray Lorenzo describe dos posibles soluciones: la tradicional disposición radial de los peldaños y otro esquema en el que las gradas «van torcidas». Como él mismo señala el objetivo de dicha disposición es la obtención de peldaños de mayor longitud con la intención de aumentar el ancho del tramo y por lo tanto incrementar la comodidad de uso. No es una aportación original, ya que como él mismo referencia, fue el arquitecto italiano Andrea Palladio quien ya recogía dicha solución en su tratado Los cuatro libros de la arquitectura:

> …En estos mismos se hacen dos diferencias de gradas, unas que van derechas a su centro: otras que van torcidas: y estas ultimas son mas aprovechadas que las passadas, por ser mas largas. De uno y otro haze desmostracion Andrea Paladio en su libro I.cap.28 (San Nicolás 1639, 119r)

Junto a este comentario tan solo incluye sobre la disposición no radial de los peldaños, un esquema general de la planta. Puede advertirse que dicha planta de arranque dextrógiro está divida en el mismo número de peldaños que la correspondiente al esquema de disposición radial. No obstante, no aporta ninguna información adicional sobre el ángulo de dichas gradas con respecto a la horizontal o sobre su curvatura.

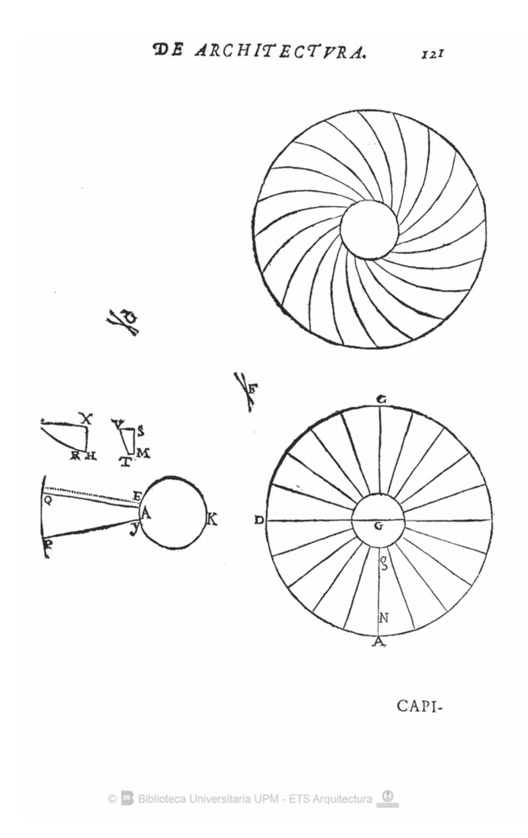


Figura 4
Escaleras de caracol. «Arte y uso de Architectura». Fray Lorenzo de San Nicolás (Colección Digital Politécnica)

En su descripción de los caracoles, Fray Lorenzo referencia como fuente de conocimiento : (i) de forma genérica a «otros autores» e «ingeniosos maestros»; y (ii) explícitamente al arquitecto italiano Andrea Palladio. Así mismo, como ejemplos construidos referencia de forma general «muchos caracoles de España», así como la columna trajana en la descripción del caracol de columna.

Análisis comparativo

Tras el estudio de las trazas de caracol con ojo propuestas por San Nicolás se ha realizado un análisis comparativo con los textos de estereotomía más importantes que incluyen la definición del caracol con ojo junto al tradicional caracol de husillo. Una vez identificados estos textos –de Vandelvira, Gil de Hontañón, Martínez de Aranda, de Guardia, Gelabert, Caramuel, Tosca, Portor y Castro, García Berruguilla y Bails– se ha elaborado como herramienta de trabajo una ficha de síntesis normalizada (figura 5 y figura 6). El objetivo de dicha ficha ha sido sistematizar el estudio de cada uno de los textos seleccionados. Esta ficha nos ha permitido identificar y extraer de cada texto la información más relevante necesaria para llevar a cabo este estudio. Así mismo al registrar los datos de una manera clara y homogénea, la ficha nos ha proporcionado un método perfecto para posteriormente relacionar los datos de los diferentes textos revisados.

La ficha reúne aquellos datos que contribuyen a enmarcar en un contexto las trazas descritas en ellos: (i) En primer lugar se ha estudiado la cuestión de si

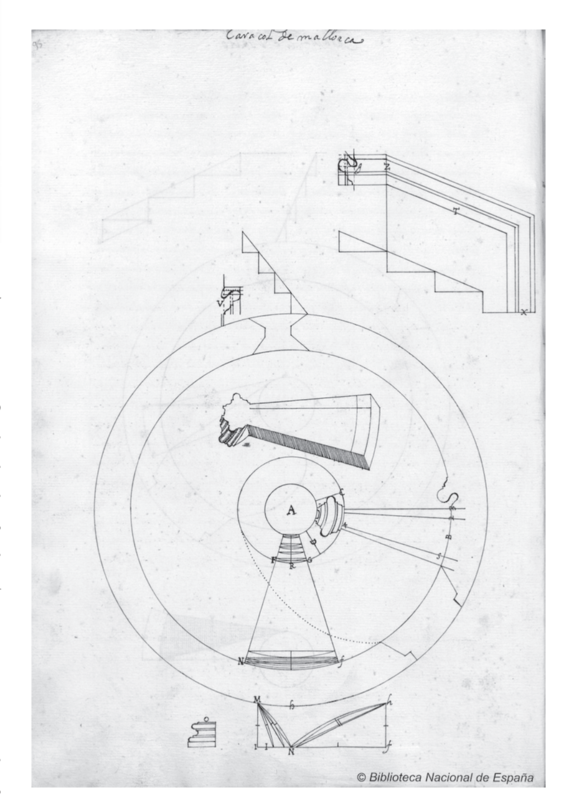


Figura 5
Solución radial del caracol de Mallorca. Alonso de Vandelvira. (Biblioteca Digital Hispánica)

los autores consideran el caracol como escalera. Este es un punto importante, ya que indica si ambos elementos deben ajustarse a los mismos principios, o bien el caracol es considerado tipológicamente distinto otorgándole una mayor relevancia. (ii) Seguidamente se han señalado las alusiones a otros autores, ejemplos construidos u otras reseñas, que el autor incluye en la descripción del conjunto de trazas de caracol. Estas referencias son importantes ya que contribuyen a determinar las fuentes de conocimiento del autor, a parte de la propia experiencia que como garantía de estabilidad de los diseños propuestos aluden la mayoría de los autores usualmente en el prólogo general. Así mismo se ha estudiado el tipo de solución que emplea cada una de las trazas de caracol con ojo propuestas en cada texto.

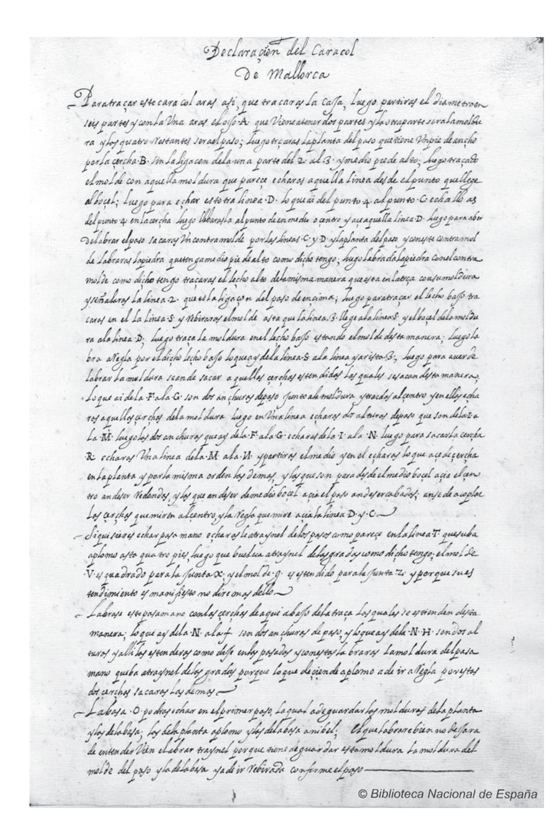

Declaración del Caracol de Mallorca

Figura 6
Declaración del caracol de Mallorca. Alonso de Vandelvira. (Biblioteca Digital Hispánica)

Sobre el vínculo entre los términos escalera y caracol

Respecto a este punto, solo cinco de los once autores (45%) cuyos textos se han analizado, incluyen la definición de los términos escalera y/o caracol. Martínez de Aranda es el primero en incorporar la clara definición de ambos términos en el texto introductorio de la tercera parte de su tratado:

> Caracoles son todas cualesquiera figuras que en su distribución causaren a dar la vuelta circularmente y las piezas de los cerramientos miraren a un centro (…)
>
> Escaleras son todas cualesquiera figuras que en su distribución causaren a dar la vuelta de cuadrado y dejaren hechas alguna manera de mesas y descansaderos sobre que se han de formar las vueltas (…). (Martínez de Aranda c1600, 219)

A continuación Fray Lorenzo de San Nicolás, si bien no define el término escalera al darlo por conocido, aporta una definición-aclaración sobre las escaleras de caracol:

> (…) demás de las escaleras dichas, se hacen otras….en espacios pequeños que llamamos caracoles. (San Nicolás 1639,119r)

Al igual que Fray Lorenzo, Caramuel no define el término escalera pero refiriéndose a las escaleras circulares indica que:

> (…) estas son las que se llaman caracoles y discurren en arco. (Caramuel 1678, tratado VI, 18)

A comienzos del siglo siguiente, Tosca de nuevo omite la definición del término escalera informando tan solo sobre su importancia en el edificio. Sin embargo, en su clasificación incorpora la definición de la escalera de caracol o circular en contraposición a la escalera rectilínea:

> Unas tienen planta rectilínea y se llaman Rectilíneas,…; otras son circulares, que vulgarmente llamamos caracoles, y suben seguidamente en forma de espira (Tosca 1712, 243).

Finalmente Bails incorpora la definición de ambos términos en su Diccionario, como complemento de su tratado:

> ESCALERA. s. f. Subida con muchos pasos ó escalones y barandilla, que sirve de comunicación entre los diferentes pisos de un edificio. (Bails 1802, 41)
> ESCALERA DE CARACOL. La que da vueltas en línea espiral. Por lo común suele ser seguida sin descanso alguno. (Bails 1802, 41)

Los demás autores no definen explícitamente ningún término, mas por el contexto puede extraerse si consideran al caracol como escalera o no: Seis son los autores (55%) que, de forma explícita o implícita, desvinculan el término caracol y el término escalera: de Vandelvira, Gil de Hontañón, Martínez de Aranda, de Guardia, Gelabert y De Portor y Castro. Por otro lado, cinco son los autores (45%) que sí consideran al caracol como escalera: Fray Lorenzo de San Nicolás, Caramuel, Tosca, Berruguilla y Bails.

Es importante señalar el hecho de que el número de textos que consideran el caracol como un elemento distinto a la escalera se concentran de forma significativa antes de la publicación del tratado de Fray Lorenzo de San Nicolás en 1639, a excepción de Gelabert y Portor y Castro.

Sobre las referencias

Ciertamente son numerosas las referencias existentes en el conjunto de cada escrito. Sin embargo concretamente en la definición de los caracoles, las referencias son más bien limitadas. Es más, no todos los autores añaden referencias a la hora de detallar las trazas de caracol.

Hemos podido comprobar que el autor más referenciado en la definición de los caracoles es el italiano Andrea Palladio y concretamente el capítulo 28 del libro I de su tratado «I quattro libri dell'architettura». Fray Lorenzo es el primer autor que lo cita en la primera parte de su tratado publicado en 1639. No obstante, posteriormente otros autores como Caramuel, Tosca y Bails citan de nuevo la figura del arquitecto italiano. Así Bails considera que sobre las escaleras «cuanto hay que decir acerca de esta parte del edificio lo declara Paladio (…) con el juicio y concisión que acostumbra» (Bails 1783, 70-71).

Bails cita además otros autores como Vitrubio, Milizia, Blondel, el Marqués Galiani y Scamozzi como fuente de conocimiento de las escaleras en general. Dado que considera el caracol como escalera, éste debe ajustarse a las condiciones generales.

Respecto a los ejemplos construidos citados, hemos podido comprobar que si bien muchos autores justifican de forma general en la introducción de sus escritos, la validez de sus trazas afirmando que previamente han sido construidas, son pocos los que aluden a ejemplos concretos. Estos modelos generalmente se localizan en su entorno más cercano. Sin embargo a veces se trata de ejemplos que desconocen personalmente pero cuya importancia ha llegado hasta ellos y se limitan a transmitirla. Son solo cuatro los autores que referencian ejemplos concretos. El primero de ellos es Alonso de Vandelvira quien cita ejemplos construidos en Andalucía, como son el caracol de emperadores cuadrado construido en la torre de la Iglesia Mayor de Sevilla y el caracol Vía de San Gil construido en la Casa Real de la Alhambra en Granada. Tras Vandelvira, hay que esperar a Fray Lorenzo de San Nicolás para encontrar referencia a otro ejemplo construido: la columna Trajana en Roma. Esta cita es consecuencia de la fuerte influencia que en el tema de las escaleras tiene Palladio en Fray Lorenzo, ya que el autor italiano también la incluye en el capítulo de su tratado dedicado a las escaleras. En 1653 Gelabert, cita las torres de la Lonja (de Palma) para legitimar sus trazas. Por último Caramuel, al tratarse de un autor mucho más internacional que cualquiera de los anteriores hace referencia a ejemplos localizados en ciudades europeas que ha visitado. De esta forma además de la columna Trajana –herencia de Palladio y Fray Lorenzo– cita el caracol de la columna Antoniana también en Roma, así como el caracol del palacio Possonio en Hungría. Podemos resumir que poco más del 36% de los autores referencian ejemplos concretos: el 27% alude a construcciones de su entorno más cercano, es decir, aquellos que han podido observar personalmente. Mientras que el 10% alude a ejemplos conocidos a través de terceros.

Junto a los autores y modelos construidos, existen otras referencias principalmente a lugares geográficos. Solo tres autores referencian otros lugares, lo que expresado en porcentaje supone el 27%: de Vandelvira cita la villa de San Gil en (Francia) como origen de la denominación de la Vía de San Gil. Fray Lorenzo referencia España de forma general en varias ocasiones. Caramuel de nuevo demuestra ser el más cosmopolita de todos haciendo numerosas referencias al uso de caracol en Castilla, Flandes, Alemania, y Hungría.

Interesante es la referencia constante al cuerpo humano que Gil de Hontañón emplea para establecer las dimensiones del caracol.

Sobre las distintas soluciones de escalera helicoidal

Para resolver el hueco central en las trazas de caracol con ojo descritas, la totalidad de los autores proponen la disposición radial de los peldaños, es decir, aquella en la que los peldaños tienen configuración de sector circular. Tan solo Fray Lorenzo propone además la alternativa de disponer las «gradas torcidas», o lo que es igual, la denominada solución no radial. Como ya comentamos no se trata de una aportación original ya que como el mismo Fray Lorenzo manifiesta, la definición fue tomada del mismísimo Palladio (figura 7).

De lo anteriormente expuesto, es esencial resaltar que:

i) Fray Lorenzo es el primer autor español de un texto de estereotomía que vincula los términos escalera y caracol.
ii) Todos textos que identifican ambos términos, caracol y escalera, a excepción del de García Berruguilla, citan explícitamente como fuente de conocimiento a Andrea Palladio, quien ya consideraba en su tratado el caracol como una escalera circular:

> Las escaleras se hacen rectas o de caracol (…) (Palladio (1570) 1625, 35)

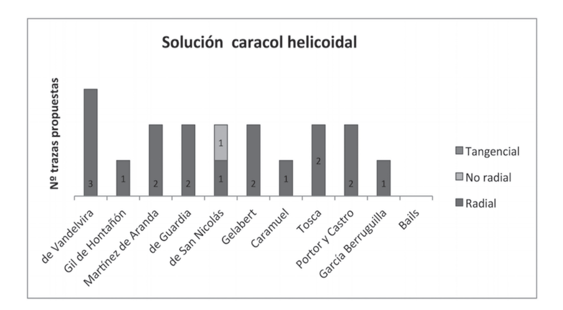


Figura 7
Trazas propuestas de caracol con ojo según el tipo de solución. (Figura del autor 2015

Esto claramente muestra la tendencia general que inicialmente existía en la tradición española de desvincular ambos conceptos, caracol y escalera, hasta la difusión del tratado de Andrea Palladio. Los textos de Gelabert y Portor y Castro, ambos posteriores a Fray Lorenzo y que sin embargo mantienen esa división de términos, vienen a confirmar dicha tendencia general. Ya que como el propio Gelabert nos cuenta en la introducción a su tratado, la fuente de conocimiento la encuentra en su propia experiencia o su entorno profesional más cercano, por desconocer la existencia de textos especializados. Es decir, Gelabert escribe su tratado de acuerdo a la tradición heredada:

> Sólo me queda advertir que hay libros impresos sobre muchas ciencias y artes (…) pero yo (…) no he podido aprovechar en mi escrito la autoridad de nadie, porque no ha salido a la luz ningún libro sobre este arte, sobre la lectura y explicación de las trazas (Rabasa 2011, 25).

Lo mismo puede afirmarse con respecto a Portor y Castro.

i) Fray Lorenzo es el único autor español que recoge la solución no radial del caracol con ojo descrita por Andrea Palladio, a pesar de no ser el único autor que lo referencia en sus textos. Caramuel, Tosca y Bails recurren al autor italiano como fuente de conocimiento, pero solo recogen la solución radial del caracol con ojo.

Conclusión final

Como resultado del estudio de las trazas de caracol con ojo propuestas por Fray Lorenzo de San Nicolás en su tratado «Arte y uso de la arquitectura» y su posterior análisis comparativo con los textos que incluyen dicha tipología de caracol podemos concluir que su publicación en 1639 marca un antes y un despues en la historia de la cantería española. Se trata de un texto excepcional cuya importancia consiste en ser:

(ii) El primer tratado español que rompe con la tradición y establece un claro vínculo entre los términos caracol y escalera. Además podemos afirmar que dicho vínculo es consecuencia directa de la extraordi-

naria influencia del italiano Andrea Palladio, quien ya consideraba en su tratado el caracol como una escalera.

(i) El primer y único tratado español que describe entre las trazas de caracoles con ojo, la denominada solución no radial junto a la tradicional solución radial. No es una aportación original, ya que como él mismo referencia, fue de nuevo Andrea Palladio quien ya recogía dicha solución en su tratado «I quatro libri dell´architettura», pero sí una gran novedad.

Las razones que pudieron motivar el aparente olvido de esta solución, hay que buscarlas en la variación de los niveles de confort y seguridad con respecto a otros esquemas (Benítez y Valiente 2015, 8). Ambos conceptos preocupan no solo a los modernos arquitectos sino también a los maestros del período tardogótico (Templer 1994, vi). En sus tratados y textos ellos primero resolvían un problema de confort y seguridad: determinaban una serie de requisitos para un conveniente desplazamiento de personas por la escalera. Solo después, ellos proponían un solución al problema de estereotomía asociado, para cumplir estos requisitos. El impacto que el diseño del caracol con ojo mediante la solución no radial ejerce en ambos conceptos, confort y seguridad, queda como línea abierta para su futura investigación.

Lista de referencias

Aguirre, J. D. c.1600. *Manuscrito de arquitectura y cantería*. Madrid, BNE Biblioteca Digital Hispánica. Mss/12744

Bails, B. 1783. «Arquitectura Civil». *Elementos de Matemáticas*. Madrid, D. Joaquín Ibarra. IX.

Bails, B. 1802. *Diccionario de Arquitectura Civil*. Madrid, Viuda de Ibarra.

Benítez Hernández, P. y M. Valiente López 2014. «From spiral to helical stairs: Santa Cruz la Real and Santiago Apóstol appoaches». *Rehab 2014-International Conference on Preservation, Maintenance and Rehabilitation of Historic Buildings ans Structures*. R. Amoeda, S. Lira and C. Pinheiro. 19-21 March. Tomar (Portugal), Green Lines Institute for Sustainable Development**:** 553-561.

Benítez, P. y M. Valiente 2015. «The Tangent Solution to the Late Gothic Helical Staircase: A justified Oblivion.» *Nexus Network Journal* (March 2015): 20. DOI 10.1007/s00004-015-0244-x

Bonet Correa, A. 1989. «Los tratados de cortes de piedra españoles en los siglos XVI, XVII y XVIII.» *Boletín de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando* (69): 29-62.

Calvo López, J. 2000. *Cerramientos y trazas de montea de Ginés Martínez de Aranda*. Arquitecto, Politécnica de Madrid.

Campbell, J. W. P. y M. Tutton (2014). *Staircases: History, Repair and Conservation*. New York, Routledge.

Caramuel Lobkowitz, J. 1678. *Arquitectura Civil Recta y Oblicua*. Vegeven., Imprenta Obispal por Camillo Corrado.

Coulton, J. J. 1977. *Greek Architects at work:problems of structure and design*. London, Cornell University Press.

Díaz Moreno, F. 2004. *Fray Lorenzo de san Nicolás (1593-1679). Precisiones en torno a su biografía y obra escrita*. Anales de Historia del Arte (14): 23.

García Berruguilla, J. 1747. *Verdadera practica de las resoluciones de la geometría sobre las tres dimensiones para un perfecto architecto: con una total resolución para medir, y dividir la planimetría para los agrímesores...su autor el Maestro Juan García Berruguilla, el Peregrino*, Imprenta de Francisco Lorenzo Mojados.

Martínez de Aranda, G. 1986. *Cerramientos y trazas de montea*. Manuscrito c.1600. Biblioteca Central Militar. Ms-457

Palladio, A. 1625. *Libro primero de la Arquitectura de Andrea Palladio. Que trata de cinco órdenes para fabricar y otras advertencias. Traducido del Toscano al Castellano por Francisco de Praves, Arquitecto y Maestro mayor de Su Majestad*. Vallladolid, Ivan Lasso. BNE Biblioteca Digital Hispánica

Portor y Castro, J. d. 1708. *Cuaderno de Arquitectura*, BNE Biblioteca Digital Hispánica. Mss / 9114

Rabasa Díaz, E. 2011. *El manuscrito de cantería de Joseph Gelabert titulado Vertaderas traçes del Art de picapedrer: transcripción, traducción, anotación e ilustración del texto y los trazados*. Palma de Mallorca, Col-legi Oficial d´Arquitectes de les Illes Balears Fundación Juanelo Turriano.

San Nicolás, F. L. d. 1639. *Arte y Uso de Architectura. Compuesto por Fr. Laurencio de S Nicolas, Agustino Descalço, Maestro de obras*.

Sanjurjo Álvarez, A. 2007. «El caracol de Mallorca en los tratados de cantería españoles de la Edad Moderna». *Quinto Congreso Nacional de Historia de la Construcción, Burgos,* Instituto Juan de Herrera: Ministerio de Fomento, Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, CEDEX.

Templer, J. 1994. *The Staircase: History and Theories*, MIT Press.

Tosca, T. V. 1712. *Compendio mathemático: en que se contienen todas las metrias mas principales de las*

ciencias que tratan de la cantidad que compuso...Thomas Vicente...presbitero de la Congregación del Oratorio de S. Felipe Neri de Valencia. Valencia por Vicente Cabrera.

Vandelvira, A. d. 1646. *Libro de cortes de cantería de Vande Elvira, arquitecto; sacado a la luz y aumentado por Philipe Lázaro de Goiti, arquitecto, ...* BNE Biblioteca Digital Hispánica, Mss/12719

Experimentación estructural de una catedral protogótica

Mª Ángeles Benito Pradillo

La Catedral de Ávila, una de las primeras catedrales góticas en la península, prueba la experimentación estructural de sus constructores. Los cambios de trazas de los diversos maestros, especialmente entre los siglos XII, XIII y XIV, muestran la evolución de una estructura románica hacia soluciones góticas. Esta transición se ha traducido en soluciones estructurales particulares y faltas de uniformidad en los sistemas de contrarresto. Podemos considerar la Catedral de Ávila como un laboratorio de experimentación de los elementos estructurales góticos.

En esta comunicación se analizarán algunas soluciones estructurales atípicas o propias de un gótico incipiente. Estas soluciones que se encuentran en esta catedral se ven reproducidas en otras catedrales, particularmente francesas de principios del gótico.

Enumeramos a continuación los elementos que se estudian, para pasar posteriormente a detallarlos:

1. Colocación atípica del doble arbotante en la zona de la girola, analizando su funcionamiento estructural y comparándola con las soluciones habituales de colocación de los arbotantes.
2. Supresión del arbotante superior en la zona de la cabecera, correspondiente a la sección más cercana al crucero; se analiza la distribución de cargas en esta sección.
3. Colocación de codales de piedra en el interior de las bóvedas de la girola
4. Arcos entibos en el presbiterio, en el crucero y en el cuerpo de las naves, para resolver el desequilibrio de empujes tanto en la sección transversal como en la sección longitudinal. Esta solución la encontramos en la Catedral de Tuy, en la antigua de Vitoria y en la de Well. Como en Ávila, estos arcos entibos fueron colocados a posteriori como *reparación estructural*

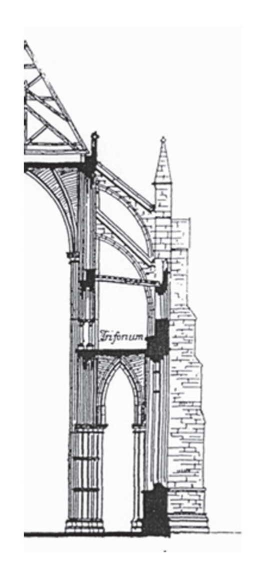
Colocación atípica del doble arbotante

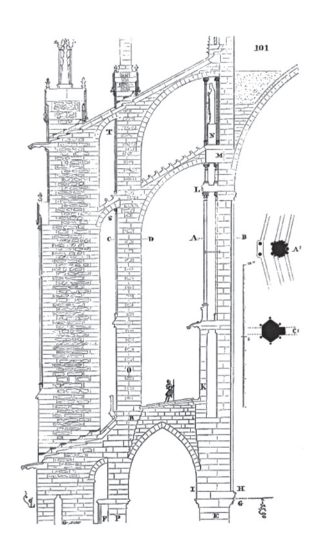
En la mayoría de los edificios góticos, principalmente en los inicios, se impuso el esquema de arbotantes dobles con un primer arco a la altura de los arranques de las bóvedas y otro a la altura de la cubierta. El arco inferior apoya en un punto más alto que el arranque geométrico de los nervios de la bóveda, el tas de charge definido por Viollet-le-Duc, lo que hace que la transmisión de empujes sea correcta. De esta forma el arbotante superior serviría para absorber los empujes producidos por el viento y el inferior los empujes horizontales de la bóveda.

La colocación del doble arbotante en la zona del Cimorro es diferente a las soluciones típicamente góticas. En la cabecera de Ávila ambos arbotantes actúan de forma conjunta para transmitir el empuje de la bóveda al estribo.

Funcionamiento de los arbotantes

La colocación de los arbotantes en la zona de la girola en la Catedral de Ávila es un tanto original. En





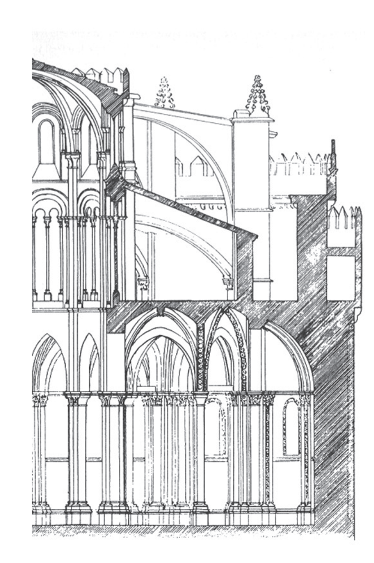


Figura 1
Se observa la diferente colocación del doble arbotante en la Abadía de Westminster (Jackson 1906), en la Catedral de Beauvais (Viollet-le-Duc 1858-68) y en la Catedral de Ávila (Gómez Moreno 1900)

una sección gótica típica se coloca el arbotante superior para recoger el empuje horizontal originado por el viento en la cubierta y el arbotante inferior se coloca a la altura del relleno de la bóveda para recoger su empuje, como se aprecia en la figura 1.

En la sección por la cabecera en la Catedral de Ávila no existe cubierta inclinada y por lo tanto no hay que contrarrestar el empuje producido por el viento en la cubierta. Sin embargo, sí existen dos arbotantes en las secciones 2, 4 y 5 que se analizan en detalle. Se estudia a continuación cuál es su comportamiento en estas secciones. Se calcula el momento producido por los arbotantes y el empuje de la bóveda en el centro de gravedad de la sección del arbotante situada entre el empuje de los dos arbotantes.

Se ha comprobado que el sumatorio de momentos del arbotante superior, arbotante inferior y el empuje de la bóveda central es nulo si se calcula para el centro de gravedad de la sección situada entre los dos puntos de empuje de los arbotantes.

Se puede concluir afirmando que el empuje de los arbotantes superior e inferior se combina como un par de fuerzas para contrarrestar, entre ambos, el empuje de la bóveda del presbiterio. Por lo que se deduce que el doble arbotante no fue colocado en la cabecera de la Catedral de Ávila por necesidades estructurales, sino como elemento característico y diferenciador del estilo gótico.

Supresión del arbotante inferior en la sección 1 de la cabecera

De lo expuesto anteriormente podemos afirmar que es posible una situación de estabilidad con un solo arbotante, esta situación sucede en dos de los arbotantes del Cimorro de la catedral.

En la zona de la cabecera de la catedral existen 12 grupos de arbotantes, de los cuales el 1 y el 12 sólo cuentan con el arbotante inferior. Para facilitar la comprensión de la nomenclatura utilizada y la disposición de los arbotantes en la zona de la cabecera de la Catedral de Ávila se incluye la figura 2. A la primera sección radial de la cabecera corresponden los arbotantes Sur 1 y Norte 12, según la nomenclatura que se ha utilizado. La característica específica de esta sección es la ausencia del arbotante superior, quedando exclusivamente como sistema de transmisión al estribo el arbotante inferior. Se ha medido un desplome del muro exterior de 12 cm en la parte superior del muro, que puede ser debido a la ausencia del arbotante superior.

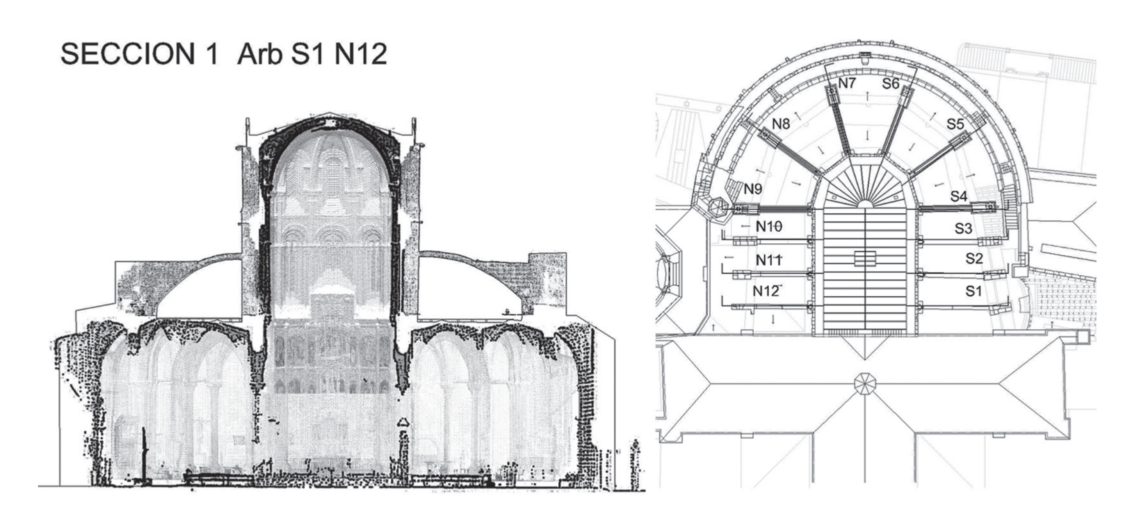
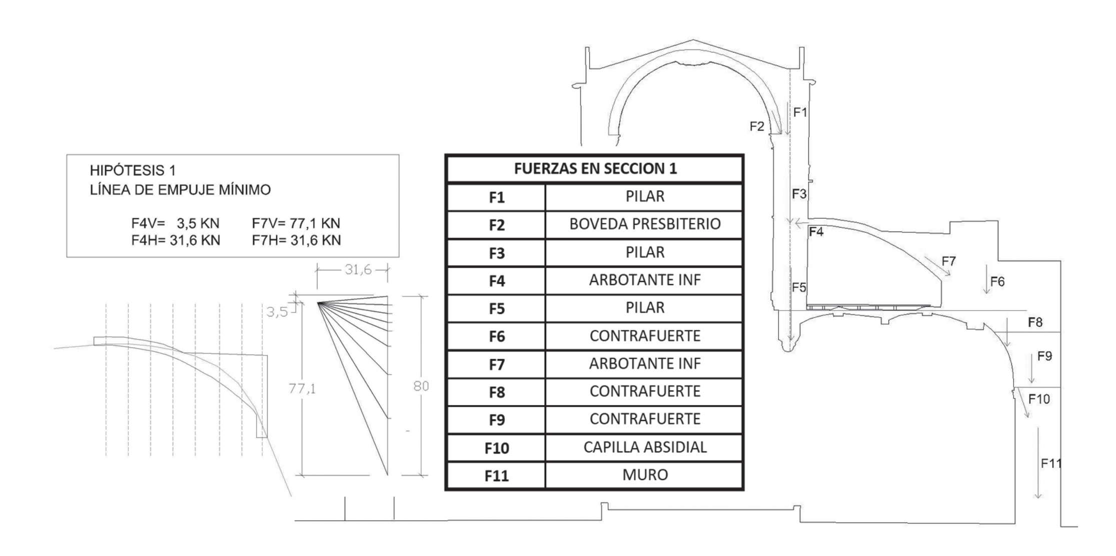


Figura 2
Restitución de la sección 1 interpretando la nube de puntos mediante escáner laser[1] y planta de arbotantes en la cabecera de la Catedral de Ávila. (Benito 2011)

Se estudiarán distintas hipótesis para la transmisión del empuje en el arbotante hacia el estribo. Se estudiará la situación de *línea de empuje mínima*, de *línea de empuje necesaria para centrar la carga en el pilar,* de *línea de empuje óptima* y de *línea de empuje de trabajo,* según se muestra a continuación.



FUERZAS EN SECCION 1	
F1	PILAR
F2	BOVEDA PRESBITERIO
F3	PILAR
F4	ARBOTANTE INF
F5	PILAR
F6	CONTRAFUERTE
F7	ARBOTANTE INF
F8	CONTRAFUERTE
F9	CONTRAFUERTE
F10	CAPILLA ABSIDIAL
F11	MURO

Figura 3
Distribución de fuerzas en la sección y cálculo detallado del empuje mínimo del arbotante. (Benito 2011)

Sección	F [KN]	F normal [KN]	F tangencial [KN]	b [cm]	y [cm]	σ [kp/cm^2]
A "Riñón"	30,6	30,60	0	40,00	16,00	4,78
C	30,71	30,79	2,16	40,00	36,00	2,14
B "Clave"	31,71	31,15	6,1	40,00	4,00	19,47

Tabla 1
Datos correspondientes a las secciones del arbotante considerando una LDE cualquiera con un empuje de 30,6 kN. (Benito 2011)

LDE mínima

Se define como *LDE mínima* aquella que presenta una componente horizontal menor en el punto de trasmisión del arbotante al estribo. Es característica de este tipo de LDE una situación comprometida en el intradós del arbotante en los arranques y en el trasdós en el punto medio.

Para todos los cálculos se ha considerado la distribución de fuerzas[2] según se muestra en la figura 3. Para el caso de empuje mínimo, con un valor de 31,6 kN, se ha comprobado que este empuje es insuficiente para la estabilidad global de la sección, ya que no contrarresta el empuje producido por la bóveda del presbiterio, produciendo una excentricidad de la carga en el pilar.

Lo que nos lleva a concluir que el empuje real del arbotante es mayor al empuje mínimo.

LDE necesaria para centrar la carga en el pilar, LDE de trabajo

Debido a que el empuje mínimo presenta una situación desfavorable para la estabilidad de la sección, se ha realizado otra hipótesis calculando el empuje necesario para centrar la carga en el pilar. En este caso el valor del empuje es 251,20 kN. En adelante se llamará a ésta *LDE de trabajo.*

LDE óptima, más cercana a la directriz del arco

Otra tercera hipótesis sería la *línea de empuje óptima*, que corresponde a la más centrada con la directriz del arco siendo la que produce la mínima deformación del arbotante. Esta LDE se sitúa entre la LDE máxima y mínima y se busca que pase por los puntos medios de cada sección. Para dibujarla se ha utilizado como perfil del arbotante un arco paralelo al intradós del mismo.

Se pasa a estudiar el estado de tensiones en algunas secciones del arbotante. Como la compresión en cada punto es la composición del empuje y del cortante, ésta va creciendo hacia los arranques. Para conseguir igualar la tensión en todas las secciones es necesario que el alejamiento de la LDE en los extremos del arbotante sea mayor en los arranques que en la clave. Se analiza el equilibrio local en varias secciones del arbotante para una línea de empuje cualquiera. Se ha elegido las dos secciones más comprometidas: la sección A, *riñón*, en la que la LDE pasa más cerca del intradós, y la sección B *clave* y la sección C, correspondiente a un punto intermedio entre la A y la B. Se considera para dibujar la directriz el arco inferior, al ser de mejor cantería, y el relleno irregular se considera para el cálculo de cargas y como geometría del arco por la cual puede pasar la LDE.

La dirección de la fuerza F es la tangente a la LDE en cada sección del arbotante. Esa dirección no será, por lo general, ortogonal a la sección, por lo que debe descomponerse en *Fn* normal (compresión) y *Ft* tangencial.

La compresión *Fn* produce una tensión normal que se reparte en un bloque comprimido. Este bloque comprimido es rectangular, de ancho *b* igual al espesor del arbotante y la profundidad *y* es el doble de la distancia entre el borde inmediato y el paso de la LDE por la sección. El cociente $Fn / b \times y$ es la tensión normal media, que deberá ser inferior a la resistencia del material.

Podemos considerar una tensión admisible de la fábrica igual a una décima parte de la resistencia a

Sección	F [KN]	F normal [KN]	F tangencial [KN]	b [cm]	y [cm]	σ [kp/cm^2]
A "Riñón"	40,40	40,40	0	40,00	38,00	2,65
B	42,90	42,30	7,0	40,00	29,00	3,68
C "Clave"	41,32	41,23	2,40	40,00	34,00	3,04

Tabla 2
Datos correspondientes a las secciones del arbotante considerando la LDE óptima con un empuje de 40,4 kN. (Benito 2011)

compresión del material. Para el arbotante que estamos analizando, granito *gris Ávila*, tiene una resistencia a compresión de 107,93 Kp/cm^2 que, teniendo en cuenta las juntas y los coeficientes de seguridad, la tensión admisible sería igual a 1/10 de la nominal de la piedra, en este caso s_{adm} = 10,79 Kp/cm2.

Se dibuja una LDE cualquiera entre la máxima y la mínima, con un empuje de 30,6 kN y se calcula la tensión en las secciones indicadas, obteniendo los siguientes resultados:

Como se observa esta LDE no es óptima ya que en las tres secciones elegidas da unas tensiones muy diferentes, además en la clave necesita una tensión mayor de la tensión máxima admisible.

Se halla la LDE óptima cuyos resultados exponemos a continuación:

A continuación se muestra una comparación entre la *LDE óptima* tanto con la *LDE mínima* como con la *LDE máxima*. Siendo la *línea de empuje mínimo* aquella que más se acerca al trasdós en el punto medio y más vertical es en los extremos. Se calcula también la *línea de empuje máximo*, aquella que se acerca más a una recta y hace el empuje infinito lo cual es posible geométricamente debido a la forma del arbotante.

Reflexionando sobre estas comparaciones se sacan las siguientes conclusiones:

En la zona del relleno, zona derecha, la LDE mínima es la que más se acerca a la LDE de trabajo, ya

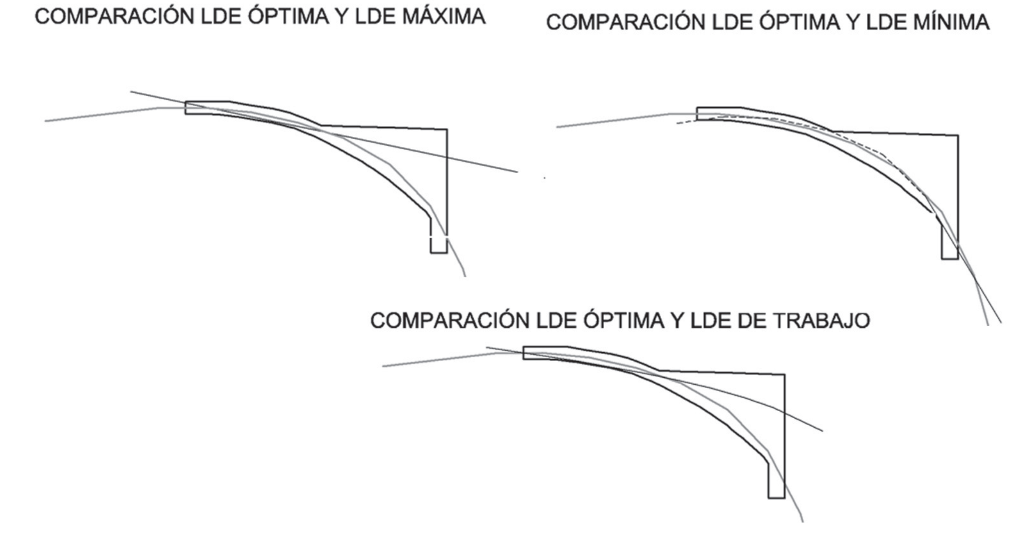


Figura 4
Comparación entre la LDE máxima y mínima respecto a la *línea de empuje optima.* (Benito 2011)




Figura 5
Codales de piedra en la zona de la cabecera para absorber la diferencia de empujes de las dos naves de la girola. (Fotografías del Archivo de la Catedral de Ávila)

que hemos considerado para calcular ésta sólo el arco inferior por su mejor cantería, teniendo en cuenta el relleno exclusivamente como aumento de peso.

La LDE necesaria para la estabilidad de la sección, LDE de trabajo, requiere un mayor empuje del arbotante en la zona derecha para centrar la carga en el estribo. En esta zona del relleno vemos que la LDE de trabajo se separa de la LDE óptima y se acerca más a la LDE máxima; actuando el arbotante como un puntal de piedra.

En la zona izquierda del arbotante, en el encuentro con el muro, la LDE de trabajo es la que más se asemeja a la LDE óptima. La LDE de trabajo no se acerca a los bordes del arco en tantos puntos como la LDE máxima o LDE mínima, lo cual permite que sus secciones estén trabajando a una tensión más homogénea.

En la conexión del arbotante con el muro la LDE máxima y mínima se acerca a los bordes en el punto superior e inferior respectivamente, haciendo las tensiones muy grandes en esos puntos. Aunque el punto en el que se acerca a los bordes la LDE de trabajo está situado en el intradós del arco y separado de los apoyos, situación menos comprometida estructuralmente que las anteriores.

Colocación de codales de piedra en las bóvedas de la girola

En la girola existe una diferencia de la luz entre las dos naves que la componen. Además de una modificación de la anchura de la nave exterior siendo progresivamente, alrededor de la girola, más ancha en el lado sur que en el lado norte. Por este motivo se llega a la conclusión de que se comenzó por el lado norte, donde la nave interior es más estrecha que la nave exterior y se va igualando la luz de las naves, hasta llegar a la embocadura de la girola por el lado sur.

Debido a la diferente luz de las bóvedas se producen unos empujes distintos y para absorber esta diferencia se colocan los codales de piedra en las bóvedas de menor luz. Se dejan de colocar cuando las bóvedas tienen luces semejantes, pues se contrarrestan entre ambas. No existen codales de piedra en la primera y segunda capilla del lado sur.

Arcos entibos en el crucero y en el coro

Otro elemento atípico en la catedral de Ávila son los arco entibos colocados en el coro y en el crucero,





Figura 6
Dibujo del interior de la Catedral, donde destacan los arcos entibos, realizados por Luis Moya, pertenecientes al archivo de la ETSAM. Fotografía, Benito 2011

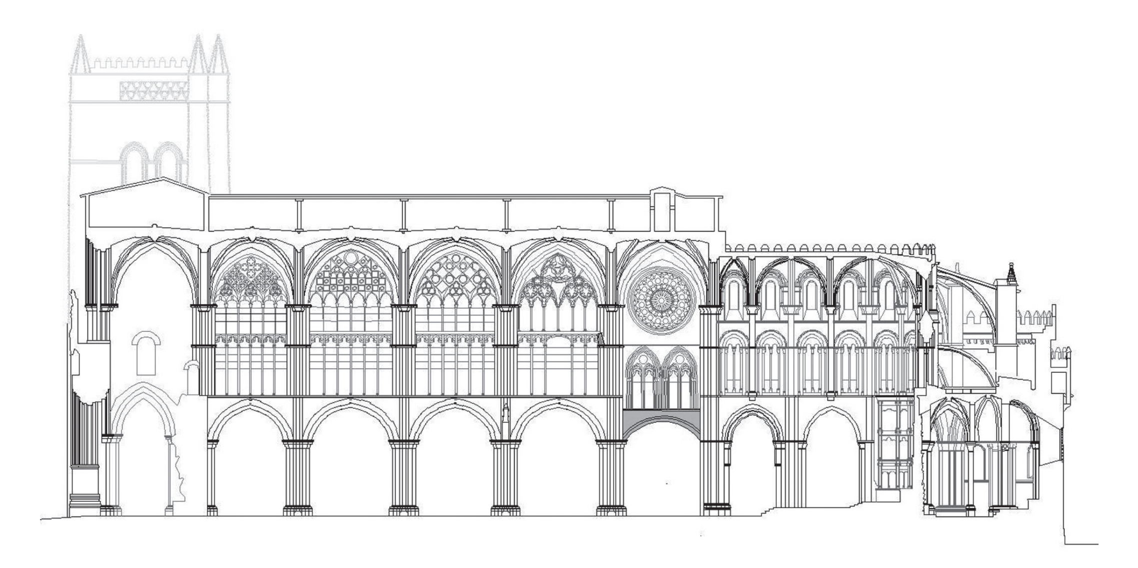
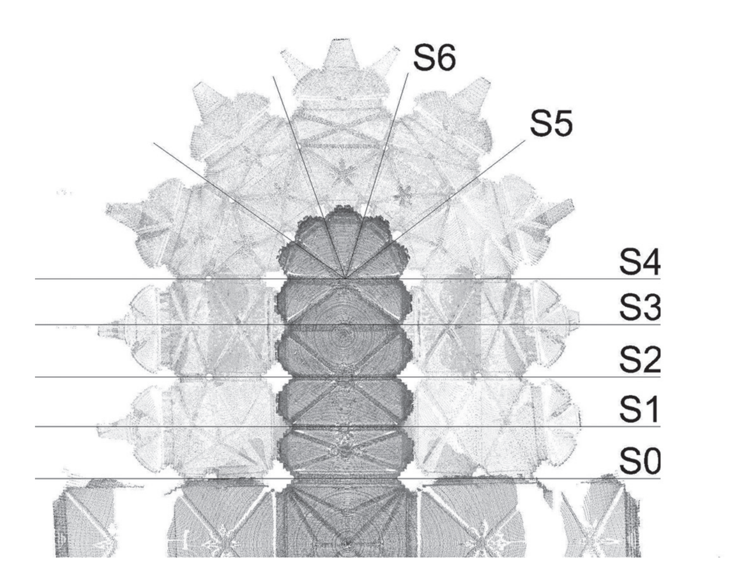


Figura 7
Sección longitudinal de la Catedral, destacando el arco entibo a la altura del crucero que contrarresta los empujes del presbiterio. Dibujo propio sobre plano perteneciente al Plan Director de Pedro Feduchi

tanto en el sentido longitudinal como transversal. Estos arcos resuelven un problema estructural de desequilibrio de esfuerzos y de corrección de deformaciones.



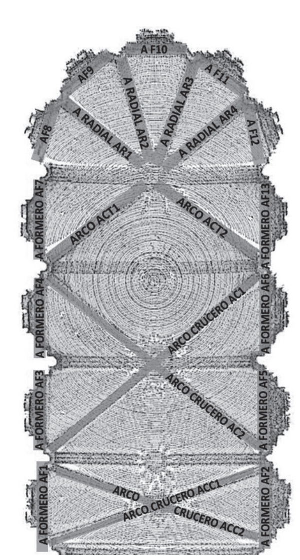


Figura 8
Planta de la girola en la que se indican las secciones a estudiar y planta detallada de la bóveda del presbiterio con la nomenclatura utilizada para los arcos. (Benito 2011)

Los arcos entibos situados en el crucero son uno de los elementos más característicos de esta catedral. Puede ser esa la razón de los numerosos dibujos que nos encontramos de este elementos, siendo el más dibujado después del Cimorro. Esto prueba que a los visitantes de la catedral, particularmente arquitectos, este elemento «extraño» les llamaba la atención.

Arco entibo transversal en el crucero

En primer lugar vamos a estudiar los arcos cruceros que se colocaron en la zona del crucero.

Se analiza el empuje en el sentido longitudinal de la planta, para ver la repercusión de los dos arcos entibos del crucero. En primer lugar se estudia el empuje de los arcos a la altura del presbiterio, los arcos formeros y la componente en esta dirección de los arcos cruceros y radiales. Se estudia sólo la parte derecha y por simetría se obtienen los datos totales.

Se estudia en cada sección la resultante del empuje en la dirección de la sección longitudinal, a la altura de la bóveda del presbiterio. Considerando positivo el empuje hacia el presbiterio y negativo el empuje hacia la cabecera. Se presenta a continuación la tabla que sintetiza los cálculos realizados.[3]

Cabe destacar algunos datos derivados del estudio de la tabla precedente. El empuje a la altura de la bóveda del presbiterio es casi despreciable, no obstante vamos a analizar cada una de las secciones. En la sección 0 el empuje se dirige hacia el crucero siendo muy pequeño y absorbiéndose fácilmente con la componente vertical del peso. En la sección 1 el empuje aumenta en la dirección del presbiterio lo que puede ser la causa del desplome del pilar en cabeza de unos 4 cm. En la sección 2 y 3 el empuje se anula prácticamente. Y en las secciones 3, 4 y 5 el empuje se dirige hacia la cabecera poniendo de relieve la necesidad de los arcos entibos para equilibrar esta zona.

A continuación se analiza el empuje en la dirección longitudinal a la altura de la girola, donde se encuentran situados los arcos entibos. Procediendo en el análisis como en el caso anterior, y utilizando los mismos criterios de símbolos, resumimos los resultados en la siguiente tabla:

A la luz de estos resultados se deduce las siguientes conclusiones. En la sección 0 se produce un gran empuje hacia el crucero que será contrarrestado por el arco entibo que analizaremos a continuación. En la sección 2 se produce un empuje mucho menor tam-

ANÁLISIS DEL EMPUJE EN LA DIRECCIÓN DE LA SECCION LONGITUDINAL EN LA BÓVEDA DEL PRESBITERIO								
SECCION	ARCO	EMP MIN	EMP MAX	PROY. Cos α	Proy E MIN	Proy E MAX	EMP MIN	EMP MAX
	AF2	4,40	7,90	0,00	4,40	7,90		
	ACC2	49,60	94,80	72,00	15,33	29,29		
SECCION 0							19,73	37,19
	AF2	-4,40	-7,90	0,00	-4,40	-7,90		
	ACC1	-49,60	-94,80	72,00	-15,33	-29,29		
	AC2	105,88	132,05	50,00	68,06	84,88		
	AF5	6,10	10,14	0,00	6,10	10,14		
SECCION 1							54,43	57,83
	AF5	-6,10	-10,14	0,00	-6,10	-10,14		
	AF6	6,20	9,50	0,00	6,20	9,50		
SECCION 2							0,10	-0,64
	AF6	-6,20	-9,50	0,00	-6,20	-9,50		
	AC1	-105,88	-132,05	50,00	-68,06	-84,88		
	ACT2	142,55	144,01	55,00	81,76	82,60		
	AF13	5,60	9,90	0,00	5,60	9,90		
SECCION 3							13,10	-1,88
	AF13	-5,60	-9,90	0,00	-5,60	-9,90		
	AF12	3,10	6,50	15,00	2,99	6,28		
SECCION 4							-2,61	-3,62
	AF12	-3,10	-6,50	15,00	-2,99	-6,28		
	AR4	-62,20	-74,34	53,00	-37,43	-44,74		
	AF11	3,18	6,65	54,00	1,87	3,91		
SECCION 5							-38,56	-47,11
	AF11	-3,18	-6,65	54,00	-1,87	-3,91		
	AR3	-60,06	-78,63	18,00	-57,12	-74,78		
SECCION 6							-58,99	-78,69

Tabla 3
Resultado del análisis del empuje hacia el arco crucero a la altura de la bóveda del presbiterio. (Benito 2011)

EMPUJE EN LA DIRECCIÓN DE LA SECCION LONGITUDINAL EN LA GIROLA								
GIROLA							EMPUJE TOTAL	
SECCION	ARCO	EMP MIN	EMP MAX	PROY. Cos	Proy E MIN	Proy E MAX	EMP MIN	EMP MAX
	AF1I	620,29	620,29	0,00	620,29	620,29		
	AC1I	49,14	49,14	33,00	41,21	41,21		
SECCION 0							661,50	661,50
	AF1I	-620,29	-620,29	0,00	-620,29	-620,29		
	AC1I	-49,14	-49,14	33,00	-41,21	-41,21		
	AC2I	50,92	53,60	33,00	42,71	44,95		
	AF2I	710,51	710,51	0,00	710,51	710,51		
SECCION 2							91,71	93,96
	AF2I	-186,52	-186,52	0,00	-186,52	-186,52		
	AC2I	-50,92	-53,60	33,00	-42,71	-44,95		
	AC3I	24,99	28,96	35,00	20,47	23,72		
	AF3I	7,47	10,38	27,00	6,66	9,25		
SECCION 4							-202,10	-198,50
	AF3I	-7,47	-10,38	27,00	-6,66	-9,25		
	AC3I	-24,99	-28,96	68,00	-9,36	-10,85		
	AP4I	4,42	8,47	53,00	2,66	5,10		
	AC4I	24,99	28,96	2,00	24,97	28,94		
	AF4I	4,42	8,47	48,00	2,96	5,67		
SECCION 5							14,58	19,61
	AF4I	-4,42	-8,47	48,00	-2,96	-5,67		
	AC4I	24,99	28,96	75,00	6,47	7,50		
	AP5I	8,89	11,17	18,00	8,45	10,62		
	AC5I	24,99	28,96	38,00	19,69	22,82		
SECCION 6							28,15	33,44

Tabla 4
Resultado del análisis del empuje hacia el arco crucero a la altura de la girola. (Benito 2011)

bién hacia el crucero; esto es debido al equilibrio de los dos arcos formeros AF1I y AF2I. Sin embargo en la sección 4 encontramos un empuje que duplica el valor anterior en la dirección hacia la cabecera, esto es debido al empuje del arco formero AF2I, que no es contrarrestado suficientemente. En las secciones 5 y 6 el empuje es muy pequeño.

Finalmente se va a analizar el arco entibo. Se considera el peso propio del arco y el empuje que tiene que contrarrestar de 661,58 kN. Con estos datos se dibuja una LDE dentro del arco que pueda ejercer el empuje necesario para contrarrestar el presbiterio.

Se observa cómo la LDE puede adoptar desde un valor de empuje mínimo de 60,10 hasta el valor límite de resistencia del material, teóricamente infinito, por la geometría del arco. Esto es debido a la parte horizontal del trasdós del arco, la cual permite actual como un puntal horizontal.

Según fuentes históricas fueron colocados en el s. XVI y XVII en la zona del crucero y del coro, a la altura de los primeros estribos de la nave.

Después de haberlos analizado se concluye que son estructuralmente necesarios para contrarrestar el empuje proveniente de la cabecera y la causa del desplome de los pilares el haberlos colocado en el s. XV, un siglo más tarde de terminarse la cabecera.

Arco entibo en el coro

El arco entibo situado en el cuerpo de naves a la altura del coro sabemos que fue colocado en 1961, según

ARCO ENTIBO DEL CRUCERO

PESO= 102,07 KN
EMPUJE MÍNIMO= 60,10 KN
EMPUJE NECESARIO = 661,58 KN

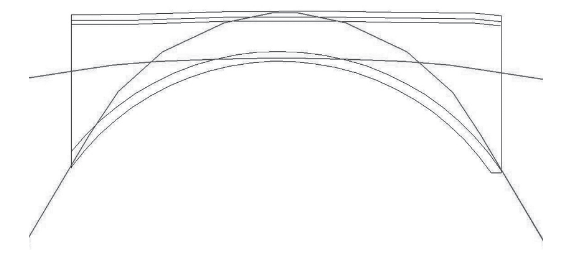


Figura 9
Comparación entre la LDE con empuje mínimo y las LDE con el empuje necesario para contrarrestar el empuje del presbiterio. (Benito 2011)

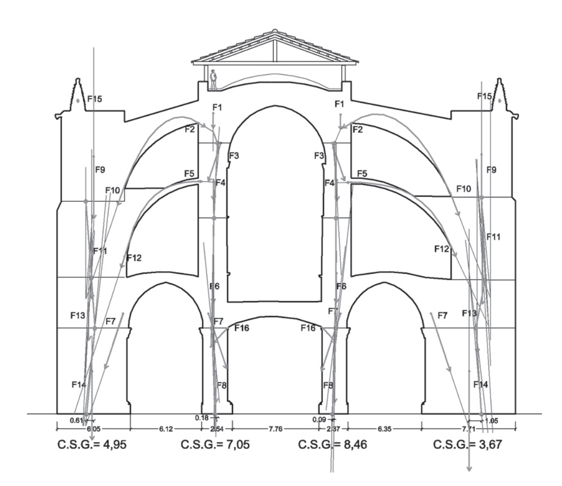


Figura 10
Representación de las fuerzas y LDE en la situación correspondiente al siglo XVII tras haber colocado el arco entibo, considerando el empuje mínimos. Se ha dibujado para la bóveda central y los pilares la geometría con las deformaciones que existen actualmente. (Benito 2011)

Acta Capitular. En esta comunicación se estudia la función del arco entibo en la situación actual. La hipótesis propuesta en la zona del Cuerpo de las Naves contempla tres etapas para su construcción: siglo XIII, siglo XIV y siglo XVII.[4]

Este arco es necesario para evitar el desplome de los pilares hacia el interior en su parte inferior. Actualmente los pilares hasta la altura de las naves laterales, no presentan deformación y de esa altura hacia arriba están desplomados hacia el exterior. Se considera que eso puede ser debido a que estuviera algún tiempo sin contrarresto, como planteamos en la hipótesis de las campañas constructivas. (Benito 2011)

La colocación del arco entibo en 1691 ayuda a central la carga en la base de los pilares pero no corrige desplomes en los pilares. El desplome de los pilares hacia el interior que se observa a la altura del arco, es un efecto óptico. Por lo tanto la colocación de este arco mejora la situación estructural centrando la carga pero no disminuye las deformaciones ya producidas.





Figura 11
Figura izquierda: Arcos de tijera para refuerzo, necesarios por el peso de la torre sobre el crucero en la Catedral de Wells. Figura derecha: Arcos entibos colocados en la cabecera de la Iglesia de Nuestra Señora de la Asunción en Castro Urdiales. (Benito 2011)

Se encuentra un paralelismo entre los arcos entibos en la Catedral de Ávila y los arcos entibos en la Iglesia de Castro Urdiales. Esta iglesia pertenece también al primer gótico y su estructura tiene relación con el gótico francés de la región normanda. Tiene arcos entibos en todos los tramos de la nave central.

También encontramos soluciones similares de arcos entibos en la Catedral de Tuy, en la cabecera de la Catedral antigua de Vitoria y en la Catedral de Wells. Como en Ávila estos edificios protogóticos utilizaron el sistema de los arcos entibos como elemento de reparación estructural a posteriori.

Conclusión

La Catedral de Ávila, una de las primeras catedrales góticas en la península, prueba la experimentación estructural de sus constructores. Se han expuesto detalladamente algunas soluciones estructurales atípicas o propias de un gótico incipiente como «ensayos estructurales».

Por lo que se puede concluir que la Catedral de Ávila fue un *laboratorio de experimentación* de los elementos estructurales góticos.

Notas

1. Levantamiento perteneciente a un proyecto de Investigación financiado por la Universidad Católica de Ávila. 2009-2011. Título del proyecto Análisis de técnicas métricas de modelado 3d: Aplicación a la reconstrucción virtual del Cimorro de la Catedral de Ávila. Miembros del equipo investigador: Dra. Carmen Madrid de la Fuente; Dra. Mª Ángeles Benito Pradillo, Dña. Soraya Andaluz Delgado; Dr. José Julio Zancajo Jimeno y Dra. Teresa Mostaza Pérez.
2. Se pueden consultar los datos de cálculo con detalle en anexo de cálculo de la tesis doctoral: *Evolución constructiva y Análisis estructural de la Catedral de Ávila* Tesis. E. T. S. de Arquitectura Madrid. Universidad Politécnica de Madrid.
3. Se pueden consultar los datos de cálculo con detalle en capítulo 4.2.4. *Análisis de equilibrio en la sección longitudinal* de la tesis doctoral: *Evolución constructiva y Análisis estructural de la Catedral de Ávila* Tesis. E. T. S. de Arquitectura Madrid. Universidad Politécnica de Madrid.
4. Se puede consultar en detalle la hipótesis del proceso constructivo de colocación de este arco entibo en Benito 2011.

Lista de referencias

Ávila Jalvo, José Miguel y Miguel Ávila Nieto. 2010. *Arcadas de Ladrillo.* Madrid: Cuadernos del Instituto Juan de Herrera. ETSAM.

Benito, M.A. 2011. *Evolución constructiva y Análisis estructural de la Catedral de Ávila.* Tesis. E. T. S. de Arquitectura Madrid. Universidad Politécnica de Madrid, inédita.

Benito, M.A. 2011. «Análisis del Sistema de contrarresto de las bóvedas en el Cuerpo de las Naves de la Catedral de Ávila, en las diferentes campañas constructivas: siglo XIII, XIV y XVII». En *Actas del Séptimo Congreso Nacional de Historia de la Construcción*. Ed. Instituto Juan de Herrera, pp.123-131.

Erlande-Brandenburg, Alain. 1995. *The cathedral Builders of the Middle Ages.* London: Thames and Huson.

Escrig Pallarés, Félix. Pérez Valcárcel, Juan. 2004. *La modernidad del gótico: seis puntos de vista sobre la arquitectura medieval.* Sevilla: Universidad de Sevilla.

Fitchen, J. 1961. *The construction of gothic cathedrals. A study of medieval vault erection.* Oxford: University of Chicago Press.

Frank, Paul. 2002. *Arquitectura Gótica.* Madrid: Cátedra.

Gómez Moreno, M. 2007. *Catálogo monumental de Ávila Tomo 1*. 3 ed Ávila: Institución Gran Duque de Alba.

Heyman, Jacques. 1995. *Teoría, historia y restauración de estructuras de fábrica.* Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Heyman, J. 2001. *El esqueleto de piedra. Mecánica de la arquitectura de fábrica.* Madrid: Instituto Juan de Herrera, CEHOPU.

Huerta Fernández, S. 2004. *Arcos, Bóvedas y cúpulas. Geometría y equilibrio en el cálculo tradicional de estructuras de fábrica*, Madrid: Instituto Juan de Herrera, CEHOPU.

Lambert, Elie. 1977. *El arte Gótico en España en los siglos S XII y XIII.* Madrid: Cátedra.

Simson, Otto Von. 1980. *La catedral gótica: los orígenes de la arquitectura gótica y el concepto medieval de orden.* Madrid: Alianza Editorial.

Street George Edmund. 1926. *La arquitectura gótica en España.* Madrid: Saturnino Calleja.

Torres Balbás. Leopoldo. 1952. *Arquitectura gótica.* Madrid: Plus-Ultra.

Watson, Percy. 1990. *La construcción de las catedrales medievales.* Traducido por Rafael Lasaletta Cano. Madrid: Akal.

Evolución constructiva del ensanche de Madrid. El periodo racionalista

José Gabriel Bernabé Collados

El ensanche de Madrid proyectado por Carlos María de Castro a mediados del siglo XIX buscaba una mejora en el tipo edificatorio y de las condiciones de la vivienda tradicional del casco de Madrid. Las condiciones socioeconómicas de Madrid hicieron que el desarrollo del ensanche se dilatara en el tiempo, la propuesta de Castro se adaptara a la realidad madrileña y evolucionara a la par que la arquitectura y la construcción de su época.

Castro propone tres posibilidades de ocupación de las parcelas, que representa en su anteproyecto, la primera es mediante edificio aislados rodeados de jardines en todas sus fachadas, ocupando sólo la mitad de la superficie de la parcela, la segunda es la agrupación de hasta tres edificios, ocupando una mayor superficie de la parcela, de modo que al menos dos fachadas queden abiertas y siendo las otras medianeras y por último la tercera opción que consiste en manzanas cerradas con un fondo máximo que dejan en el interior un patio de manzana ajardinado.

Esta libertad de ocupación de las manzanas junto con la evolución de los tipos e ideas edificatorios, unido a una gran permisividad por parte de las autoridades hizo que el ensanche creciera de manera libremente uniforme, buscando cada propietario lo que entendía era mejor para sus interés. Así podemos encontrar muy diversos modos de ocupación, algunos propios del racionalismo, como indica José Antonio Cortés, en el Racionalismo Madrileño «Tres son los que podemos señalar como productos del encuentro entre los planteamientos racionalistas y la realidad del ensanche: el bloque en peine, la manzana abierta y el edificio con patio en fachada» (Cortés 1992) Aunque la solución mayoritaria, será la que Castro enuncia en el punto tercero, manzanas cerradas, formadas por bloques lineales que deja un patio en el interior. Estas manzanas cerradas se traducen en edifici.os entre medianeras, con una única fachada alineada a la calle y patios interiores para iluminar y ventilar las estancias interiores. Junto a estas y como consecuencia de las mismas, están las parcelas en esquina, que tiene dos fachadas a la calle pero carecen de acceso al patio interior.

Gran parte de los edificios de viviendas en los que se centra esta comunicación se construyeron al amparo de la ley del paro obrero de 1935 denominada *ley Salmon,*[1] que fijaba una renta máxima de 250 pesetas y unos plazos de ejecución ajustados y con unas soluciones y materiales propios de estas rentas.

Los arquitectos de esta época, tratan de satisfacer las necesidades de modernidad de la sociedad y sus deseos de llevar la arquitectura al siglo XX compaginándolos con las realidades industriales y económicas del Madrid de la época y las ideas, técnicas y materiales que venían de Europa y América.

En la medida en que el compromiso de estos arquitectos estaba más de una lado que del otro y el conociendo de los nuevos materiales y sistemas constructivos era mayor o menor, las soluciones empleados por estos van evolucionando y acercándose más a una arquitectura tradicional revestida de

modernidad o a una verdadera arquitectura racionalista. El estudio de estas arquitecturas es el tema de esta comunicación

Justificación e interés del trabajo

El interés de este estudio es demostrar que para alcanzar una verdadera arquitectura racionalista es preciso que confluyan las nuevas ideas, higiénicas, de modernidad, sobriedad, racionalismo espacial y constructivo con el empleo racional de los nuevos materiales y técnicas constructivas.
Ya que el empleo de nuevos sistemas y materiales por sí sólo no puede hacer racional a la arquitectura y las nuevas ideas adosadas a una construcción y empleo tradicional de los sistemas y materiales no hace de la arquitectura racionalista.

El periodo de estudio se acota en los años anteriores a la Guerra Civil, desde 1930 a 1936, en la que el ensanche experimento una gran evolución tipológica, enmarcada en las ideas racionalistas, llegadas principalmente de Europa, potenciado su desarrollo por las leyes que promovían la construcción, en especial, la ley contra el paro de 1935 confluyendo esto con una generación de arquitectos que buscaba llevar a la arquitectura y a la sociedad a la modernidad.

Objetivos

Analizar la influencia del tipo de parcela y las diferentes formas de implantación del edificio en la misma, con los sistemas constructivos estructurales empleados.

Estudiar si el empleo de nuevos sistemas y materiales es fruto de una investigación y búsqueda de nuevas posibilidades de la construcción y por consiguiente de la vivienda o es una sustitución de una solución técnica por otra de mejores características sin ir más allá.

Comprobar si el empleo de estructura porticada está asociada a una comprensión tridimensional de la estructura del edifico, o si se mantiene la concepción bidimensional de líneas de carga paralelas.

Estudiar la influencia de los objetivos anteriores en la configuración del edificio y de la vivienda, viendo si es posible modernizar la vivienda sin modernizar el sistema constructivo estructural.

Metodología

Está comunicación se enmarca en el desarrollo de una investigación más amplia para el desarrollo de una tesis doctoral sobre sistemas constructivos en el racionalismo madrileño.

Para está comunicación se han seleccionado un caso concreto de estudio dentro del ensanche como son las soluciones en esquina.

Se estudiaran diferentes ejemplos de viviendas construidos en el ensanche de Madrid, durante el periodo racionalista, atendiendo a su concepción constructiva estructural y a los sistemas empleados relacionándolos con su tipo y el tipo de vivienda que generan.

Para dichos estudios constructivos se emplea las memorias descriptivas y las planos originales presentados al ayuntamiento para la obtención de licencia, que están depositados en el archivo de la Villa de Madrid

Para la realización de esta comunicación se han seleccionado las viviendas construidas por las arquitectos Luis Gutierrez Soto (2), Casto Fernández Shaw (1), Arrillaga de la Vega (2) y Ángel Laciana (3), siendo estas obras una parte importante del total de las obras racionalistas construidas y estos arquitectos representativos de panorama arquitectónico madrileño, desde las posiciones más vanguardistas a las que se podían considerar más enmarcadas en el estilo Salmón o la moda racionalista.

Resultados

Viviendas en la esquina de las calles Benito Gutiérrez nº 33 y Juan Álvarez Mendizábal

Construidas por Ángel Laciana en 1934.

La parcela de forma trapezoidal dando fachada 27,55 a la calle Benito Gutiérrez 27,55 m. y 22,15 a la calle Juan Álvarez Mendizábal y un chaflán redondeado de 4 m. entre ambas. Las medianeras traseras son de 24,75 m la mayor y de 21,60 m la menor, con una superficie total de 570 m^2.

El edificio ocupa toda la superficie de la parcela. Para iluminar y ventilar las viviendas y las estancias interiores, coloca en las medianeras dos patios alargados en la dirección de la medianera, el primero de 14,6 m^2 (12,3 × 2) en la mayor y 19,8 m^2 (9 × 2,2) en



Figura 1
Plano de planta de pisos; Benito Gutiérrez, 33 c/v Juan Álvarez Mendizábal; AV 44-59-22

la menor, además de estos dos patios medianeros, coloca dos patios interiores, uno principal de 24,60 m^2 (5,9 × 2,5) paralelo a la fachada principal dando servicio a la parte trasera de la segunda crujía y otro más pequeño 8,32 m^2 (3,7 × 2,25), paralelo a la fachada menor que interrumpe la segunda crujía de la misma. Con estos patios cumple el requisito del 12% que exigían las ordenanzas de Madrid.

La entrada al edificio se produce de manera descentrada por la calle Benito Gutierrez, y la escalera está situada al fondo, perpendicular al patio de la medianera mayor. Escalera a la catalana, de tres roscas de rasilla, flanqueada por muros de carga de fábrica de ladrillo y junto a esta el ascensor, sin formar un núcleo, más bien, como un añadido.

El edificio se resolverá con muros de fábrica en las fachadas, medianeras, patios y caja de escaleras, todos ellos con función estructural, construidos según viene en la memoria: «Los muros se construirán con ladrillo cerámico y mortero de cemento formado con 300 kg de cemento por metro cúbico de arena» y con espesores que disminuyen de abajo arriba. «Los espesores serán los siguientes: en fachada planta baja de dos pies, cuatro plantas de pie y medio y el resto de pie», siendo el espesor de los patios y medianeras, medio pie inferior al muro de fachada correspondiente en cada planta. Completando la estructura muraría, se emplean soportes metálicos en las crujías interiores, paralelas a las fachadas con luces de 3,15 y 4,05 metros que se encuentran en la esquina y otras líneas de soportes cuando las luces entre los patios y las medianeras son excesivas. Estás líneas no forman un esqueleto de entramado, sustituyen a los muros intermedios de carga empleados en la construcción tradicional. «Llevará los soportes metálicos que indican los planos que se calcularán trabajando el metal a una carga no superior a 10 kgs por mm^2». La separación entre estos pilares y su colocación, como ya se ha dicho, no responde a una retícula o maya, corresponden a una estructura lineal que se adapta a las diferentes necesidades de la planta.

Los forjados, se resuelven con estructura metálica, pero se buscan luces pequeñas similares a las utilizadas con los forjados de madera, resolviendo el sistema de manera tradicional. «Los entramados de pisos se formarán con vigueta de hierro de doble T de los perfiles 10 y 12 a una distancia entre ejes de 70 cm. El forjado se hará con doble tablero de rasilla.»

Ángel Laciana, (según nuestra documentación)[2] realiza además de estas viviendas en esquina, otras dos de similares características, una en la esquina de la calle Pintor Rosales con Altamirano y otra entre las calles Vallerhermoso y Donoso Cortes.

Las parcelas son de similares características, resueltas ocupando toda la superficie y resolviendo la esquina redondeando la fachada. Presentan las dos estructuras mixtas de muros de carga y soportes interiores, con similares detalles constructivos.

En la primera sitúa el acceso centrado en la fachada de la calle Pintor Rosales, colocando el patio y el núcleo de comunicación, centrados en la planta, esto le permite una mejor distribución de las viviendas, tres viviendas por planta, para alquiler, pero de un nivel adquisitivo superior, lo que se notará en la configuración de las viviendas.

En la segunda, el acceso y la distribución son similares a los realizados en la esquina de Benito Gutiérrez y Juan Álvarez Mendizábal

Viviendas en la esquina de las calles Fernández de los Ríos y Blasco de Garay

Construidas por Luis Gutiérrez Soto entre 1930 y 1933. Para viviendas de alquiler económico, según lo expresa Gutiérrez Soto en la memoria del proyecto. «El repetido edificio se destinará a viviendas de al-

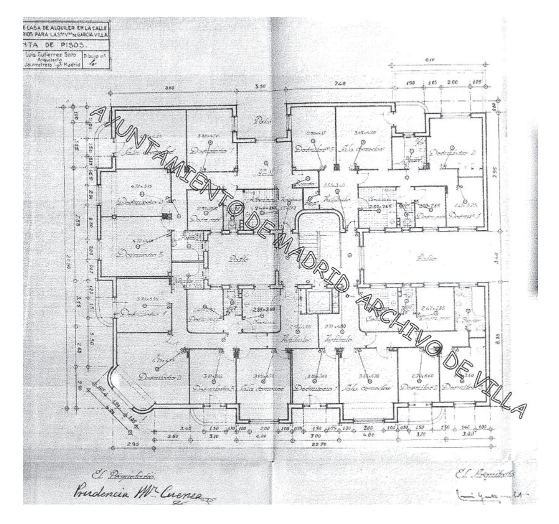


Figura 2
Planta de pisos; Fernández de los Ríos, 53, c/v Blasco de Garay, 43; AV 6-364*-17

quiler económico, pero no obstante, estará dotado de los servicios de calefacción, cuarto de baño y termosifón»

La parcela de forma rectangular da fachada a las calles Fernández de los Ríos 25,40 m y Blasco de Garay 20,50 m resultando una superficie 522,75 m.

En edificio ocupa toda la superficie de la parcela, resultando una superficie construida de 518,65 m^2 y destinando a patios 59,48 m, repartidos en 4 patios, dos patios pequeños situados en la medianera mayor uno en el centro 8,05 m^2 (3,5 × 2,3) y otro en la esquina, que comparte superficie con el patio del edifico colindante y dos patios centrales, alineados de 24,05 m^2 y 15,80 m^2 separados por la caja de escaleras, aproximadamente un 12% de la superficie.

El edifico tiene 7 plantas, siendo la ultima un áticos retranqueados y locales en planta baja, con sótano únicamente en la primera crujía al servicio de la comunidad y los locales comerciales. Cuatro viviendas por planta

La entrada al edificio se produce el centro de la fachada de Fernández de los Ríos, y la escalera está centrada en la planta, entre los dos patios. La escalera apoya en el muro que rodea la zona de peldaños compensados y el vestíbulo al que también abre el ascensor, que no forma parte del núcleo estructural, formado por la escalera y los patios.

El edificio está construido con estructura mixta con muros de carga perimetrales, en patios y escaleras y soportes interiores. Gutiérrez Soto concibe el edificio como una *U* de 8 metros de ancho, dejando en el centro el espacio para los patios y el núcleo de comunicación y distribución. En la zona exterior de la U, se disponen las estancias principales y en la zona interna, que abre al patio, las de servicio. Esta solución le permite distribuir 3 viviendas exteriores y una interior en la que las habitaciones principales ventilan a los patios medianeros.

La *U* está formada por una doble crujía de 8 metros de ancho, en la que el muro de carga intermedio se ha sustituido por una línea de soportes, la separación de estos soportes responde a las necesidades de la planta. Gutiérrez Soto en este edificio no concibe la estructura como una retícula que le permita articular los diferentes espacios y elementos, sino como una mejora sustancial del muro de carga masivo que se venía empleando tradicionalmente, las líneas de distribución coinciden en planta con las líneas de carga como ocurría con la solución de muro de carga.

A pesar de mantener la estructura de muro de carga perimetral y el empleo de los patios y la escalera como elementos para arriostrar y dar estabilidad al conjunto, en esta obra Gutiérrez Soto trata de sacar el máximo partido a la flexibilidad de configuración de la estructura mixta, al igual que se hiciera en los edificios que se habían estado construyendo en la Gran Vía, en los que al albergar estos diferentes usos a lo largo de su sección la estructura tenía que irse modificando en función de estos usos además de la necesidad de mayores luces y diafanidad del espacio, siendo para ello mucho más adecuada la estructura metálica. Gutiérrez Soto varia la estructura de la planta baja, para abrir grandes huecos en fachada para los locales comerciales y en las plantas superiores, al introducir los cuerpos volados, traslada el muro de cerramiento fuera de la línea de carga de planta, sustituyendo esta por vigas metálicas y cuando la luz es excesiva introduce un pilar.

En la misma época que estas viviendas, Gutiérrez Soto construye otro edificio de viviendas en esquina, en la calle Fernández de la Hoz con Espronceda, de menores dimensiones y una única vivienda por planta.

Gutiérrez Soto presenta en 1935 el proyecto para la construcción del conjunto de viviendas de la calle Alicante, la que será la obra racionalista más impor-

tante, se trata de dos edificios que forman un conjunto, uno de esquina en la calle Rafael Calvo con vuelta a la calle Miguel Ángel y el edificio de la calle Miguel Ángel, un edificio entre medianeras con patio en fachada, cuyo análisis queda fuera del alcance de esta comunicación. El edificio de la calle Rafael calvo, se tramitó como un proyecto diferente, pero los planos corresponden al mismo proyecto que el edificio de la calle Miguel Ángel, este proyecto en la memoria, Gutiérrez Soto indica que la construcción será mixta «La construcción será con estructura metálica interior, en soportes, carreras y viguería en general, muros de carga en fachadas, medianerías y patios» aunque en los planos y en la memoria y planos descriptivos del proyecto de la calle Miguel Ángel emplea una estructura enteramente porticada.

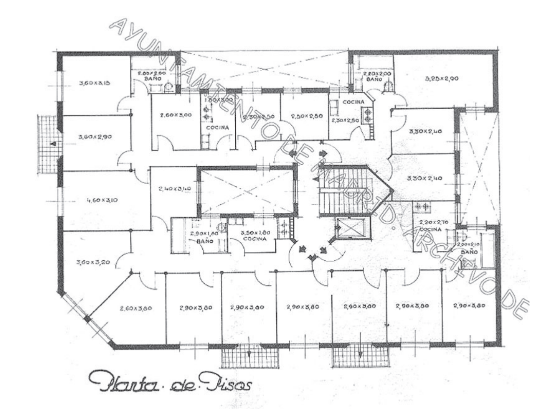


Figura 3
Planta de pisos; Padilla, 58-60 (52) c/v General Díaz Porlier, 63-65; AV 6-252*-16

Viviendas en la esquina de la calle Padilla con la calle General Díaz Porlier

Construidas por Casto Fernández Shaw entre 1934 y 1935.

La parcela rectangular, da fachada 23.50 m a la calle Padilla y 16 m a la calle General Díaz Porlier, con una superficie total de parcela de 376 m^2.

Casto Fernández Shaw plantea su edificio, ocupando al máximo la superficie de la parcela, con un chaflán recto en la esquina, de 4,3 m, dejando 41,2 m de patios repartidos en 3 patios, superando el 12% que marcan las ordenanzas como el mismo indica en la memoria del proyecto. El edificio tiene 7 plantas con, locales comerciales en la planta baja y ático retranqueado en la 7ª, quedando 4 viviendas por planta.

El edificio está construido enteramente con estructura porticada metálica.

En este edificio Casto Fernández Shaw emplea un idea similar a la vista en el proyecto de Gutiérrez Soto, con una banda de aproximadamente 6,7 m fachada, con una banda de soportes interiores a mitad, con el patio interior y las escaleras en el centro, pero a diferencia de Gutiérrez Soto, Casto Fernández Shaw mantiene el esquema tradicional de patios medianeros para solucionar la iluminación, ventilación y distribución de la vivienda interior.

A pesar de ser toda la estructura porticada, los soportes de los patios y la caja de escalera no están alineados con el resto de linear de carga, lo que viendo la planta no da la idea de organización en retícula moderna sino más bien, como en el caso de Gutiérrez Soto de empleo de solución tradicional de muro de carga mejorada, mediante el uso de estructura porticada.

Sin embargo el uso de la estructura porticada, permite disociar de la fachada su función estructural pudiéndose aplicar una fachada en dos hojas con cámara de aire, lo que si representa un gran avance para la época.

Viviendas en la esquina de Andrés Mellado con Donoso Cortes

Construidas por José María Arrillaga de la Vega y Germán Tejero de la Torre en 1935, acogiéndose a las ventajas de la ley contra el paro de 1935. «Acogiéndose a los Beneficios de la Ley de Previsión contra el Paro de 25 de Junio de 1935 y del acuerdo Municipal de 9 de Agosto del mismo año se proyecta en el solar...».

El edificio forma parte de una manzana completa del ensanche, en la que se proyecta un conjunto de edificios en forma de greca, de los que finalmente sólo se construyó el de la esquina, que ahora analizamos.

La manzana total, como vienen expresado en la memoria tiene una superficie de 5329,14 m de los cuales se proyectaron construir 2756,27 m^2, lo que representaba un 48,27% de la superficie, dejando el resto para jardines privado separados de la calle me-

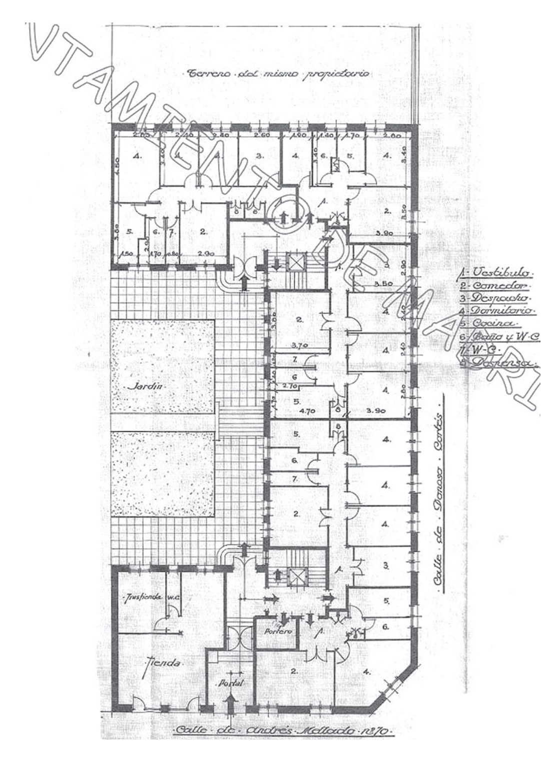


Figura 4
Planta de acceso; Andrés Mellado, 78 c/v Joaquín María López, 37; AV 43-246-4

diante una verja. En concreto, la parcela de la esquina tiene una superficie de 819,03 m^2 y se construyen 520,21 m^2, lo que supone un 36,48 % de la superficie destinada a patios de manzana.

La solución planteada aquí por Arrillaga de la Vega y Tejero de la Torre, y que vendrán planteando en otros edificios. Los arquitectos plantean el edificio a modo de bloque lineal en forma de C, retranqueándose de la medianera superior, creando una calle de vecindad de gran amplitud que sirva al patio interior ajardinado. El ancho del bloque es de 9 metros con una línea de soportes interiores a 4,8 m de la fachada. Dejando las habitaciones principales hacia el exterior y las de servicio hacia el patio.

El edificio está dividido en dos por la mitad, siendo prácticamente simétrico, presenta 6 plantas y 3 viviendas por planta.

Colocan las comunicaciones verticales en las esquinas interiores de la U, de modo que a un edificio

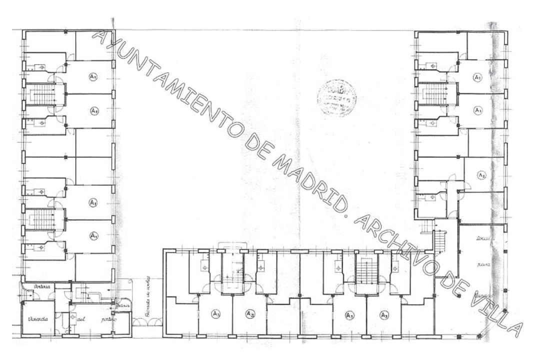


Figura 5
Planta de acceso; Blasco de Garay, 78-80-82 c/v Joaquín María López, 17- 24; AV 44-63-4

se entra directamente desde el portal, accediendo al otro a través del patio de manzana.

La estructura del edificio es mixta de muros de carga perimetrales y soportes interiores, que siguen la línea de planta, de igual modo que si fuera un muro de carga.

El edificio no presenta patios, la estabilidad del mismo se asegura con la propia configuración de la misma C y con la colocación de los núcleos de escaleras y ascensor en las esquinas interiores de la C.

Al colocar las escaleras en esta posición y por el empleo de la estructura porticada interior, las viviendas pueden ser más compactas, con pasillos más reducidos y con doble orientación, abriendo los dormitorios principales hacia el exterior y el resto de las estancias hacia el gran patio de manzana.

Las líneas de pilares no están alineadas con las cajas de escaleras, la separación entre los mismo varía desde los 3 m hasta los 4,5 m en la zona del portal.

Arrillaga de la Vega construye también las viviendas en la calle Blasco de Garay, con esquina Joaquín María López, aquí, utiliza el mismo sistema de bloque lineal, esta vez la U está formada por dos edificios uno con forma de L, y el otro lineal, separado por un acceso al patio de manzana. Mejora la composición de las viviendas con respecto al anterior, aumentando el número de escaleras, de modo que cada escalera da servicio únicamente a dos viviendas, lo que le permite viviendas muy compactos y con doble orientación. Emplea una estructura mixta, con muros de cargas perimetrales y soportes interiores, que en este caso, no siguen las líneas de planta, permitiendo una gran flexibilidad en la distribución de la vivienda.

Estas viviendas no tienen ascensor y la estabilidad del conjunto de consigue con las muros de carga de las cajas escalera, que si están alineado con la línea de soportes. En este edifico contrasta la solución de planta y estructural con el empleo de una cubierta de teja a dos aguas tradicional, siendo en todos los demás casos estudiados la cubierta simple a la catalana, ventilada y a libre dilatación.

Análisis de resultados

La relación de los edificios con la parcela es muy similar en todas las viviendas estudiadas, condicionada por las características propias de la parcela en esquina, ocupar toda la superficie de la misma, adosándose a ambas medianeras, descontando el 12% de espacio destinado a patios como exige la ordenanza.

La posición de los patios, no varía mucho de unos arquitectos a otros, empleando patios medianeros alargados para iluminar y ventilar las viviendas interiores y uno o varios patios centrales para las habitaciones de servicio de las viviendas exteriores y las viviendas interiores. Estos patios además de la función antes mencionada, sirven para articular la construcción de los edificios, reduciendo las luces de los forjados y dando estabilidad al conjunto.

El empleo de la estructura mixta, es decir, muros de carga perimetrales, en patios y escaleras junto con líneas de soportes interiores, es la solución más generalizada para resolver este tipo de edificios en Madrid.

El uso de soportes interiores, se hace con una concepción lineal, representan una solución técnica más avanzada de la solución tradicional de muro de carga, esta solución presenta mejoras evidentes, como son el menor peso, lo que se traduce en menor gasto de material, mano de obra, con el abaratamiento de la construcción, mayores posibilidades de distribución, al poder abrir huecos de mayores dimensiones y de mayor número, y la posibilidad de dejar diáfanos los espacios en los locales comerciales, pero no investiga ni experimenta buscando el limité de sus posibilidades reales.

El empleo de la estructura mixta, aunque los soportes interiores tengan una concepción lineal, permite una primera liberación de planta, que no es aprovechada en la distribución de estas viviendas pero que representa un paso previo a la liberación completa que vendrá con la mejora de la rigidez de los nudos y la liberación de los muros de fachada, patios y escaleras de su función portante y rigidizadora.

Conclusiones

Las características propias de las parcelas en esquina, dos fachadas y dos medianeras, sin posibilidad de abrir al patio común, en caso de existir, junto con la exigencia de obtener la máxima rentabilidad del suelo por parte de los propietarios condicionan la forma del edificio, más que el sistema constructivo estructural empleado. Cuando la exigencia de rentabilidad o los condicionantes de la parcela son menos exigentes, las soluciones pueden ser más evolucionadas, aunque nunca completas sin el uso racional de los sistemas constructivo estructurales.

Las condiciones socioeconómicas imperantes en Madrid, inestabilidad social y política, fuerte desconfianza de los inversores, junto con la premura y limitaciones de las leyes para promover el empleo y la construcción, hicieron que en Madrid en los edificios residenciales, al menos los de esquina, objeto de esta comunicación, se buscará utilizar los sistemas más adecuados, modernos o tradicionales en las soluciones conocidas, más que la experimentación y desarrollo de nuevos sistemas que permitieran mejores soluciones. Este compromiso con la situación frente a la experimentación es lo que diferencia a los arquitectos madrileños de los catalanes y lo que hace que la arquitectura racionalista madrileña quedará en muchos casos como una simple moda.

Notas

1. Denominada así por Federico Salmón, que fue que impulso la ley contra el para obrero de 1935. Ver (Sambricio 2008).
2. Para la documentación de los arquitectos y las viviendas se han consultado (COAM 2002) y (Cortés 1992).

Lista de referencias

Expedientes

AV 44-59-22; Benito Gutiérrez, 33 c/v Juan Álvarez Mendizábal, 82; Laciana García, Ángel.

AV 6-217*-31; Vallehermoso, 58-60, c/v Donoso Cortés, 26; Laciana García, Ángel.

AV 42-420-34; Pintor Rosales (Paseo), 52 c/v Altamirano; Laciana García, Ángel.

AV 6-364*-17; Fernández de los Ríos, 53, c/v Blasco de Garay, 43; Gutiérrez Soto, Luis.

AV 42-446-14; Calle Rafael Calvo, 40; Gutiérrez Soto. Luis

AV 6-252*-16; Padilla, 58-60 (52) c/v General Díaz Porlier, 63-65; Fernández-Shaw e Iturralde, Casto.

AV 43-246-4; Andrés Mellado, 78 c/v Joaquín María López, 37; Arrillaga de la Vega, J. M y Tejero de la Torre, Germán.

AV 44-63-4; Blasco de Garay, 78-80-82 c/v Joaquín María López, 17- 24; Arrillaga de la Vega, J. M.

Bibliografía

COAM. 2002. *Guía básica de arquitectura de Madrid*. Madrid: Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid.

Cortés, Juan Antonio. 1992. *El racionalismo madrileño. casco antiguo y ensanche. 1925-1945.* Madrid: Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid.

Sambricio. 2008. «La ley Salmón de 1935 y el Madrid de la Segunda República». *Ilustración de Madrid* 9 Otoño 2008.

Las fortificaciones de los Antonelli en el Caribe Hispano. Aportes de la construcción defensiva primigenia en la región

Tamara Blanes Martín

De Gatteo, región de Emilia Romaña y al noroeste de Italia, procede la familia Antonelli, apellido asociado a la construcción de una arquitectura monumental defensiva realizada en Europa, África y América desde mediados del siglo XVI hasta el XVII. Los ingenieros militares, integrantes de esta familia, consagraron sus vidas a realizar una obra que hoy constituye legado cultural trascendental en el campo de la ingeniería y de la arquitectura militar. La autenticidad e integridad de las fortificaciones que permanecen en la región del Caribe, han permitido que traspasen la frontera del continente americano para convertirse en un patrimonio de reconocimiento mundial.

Sus principales constructores, los hermanos Juan Bautista Antonelli y Bautista Antonelli, bajo la orden de la monarquía española, inspeccionaron, proyectaron y dirigieron obras que hoy se pueden observar en hermosos grabados, dibujos y planos del proyecto de navegación fluvial del Tajo, red que recorría ciudades de España hasta la frontera de Portugal; en construcciones como la Torre de San Juan, en Los Alfaques (Tortosa); el castillo de San Antonio, en Alarache (Marruecos); el castillo de Santa Cruz, en Orán; el castillo de San Andrés en Mazalquivir (Argelia); y en edificaciones defensivas de España como la muralla y la Torre de la Azohía, en Cartagena; el sistema de torres en la región de Murcia; el castillo de Santa Bárbara, en Alicante, así como la muralla de Peñíscola, en Valencia, entre otras. Bautista Antonelli pone en práctica, con gran éxito, en las fortificaciones del Caribe, estas experiencias de trabajo, acumuladas durante años junto a su hermano, Juan Bautista, y a Vespasiano Gonzaga, experto ingeniero militar de prestigio que laboró junto a ellos en Peñíscola.

Bautista Antonelli fue llamado en 1585 por Felipe II para viajar y proyectar el primer plan de defensa de la región del Caribe. Desde 1586 hasta 1608 viajó en tres ocasiones a esta región. Durante veintidós años visitó, describió, proyectó y supervisó las obras de Puerto Rico, Cartagena de Indias, Santa Marta, Nombre de Dios, Portobelo, río Chagre, Panamá, La Habana, Santo Domingo, Honduras, San Juan de Ulúa, Veracruz, río Hacha, la Florida, la Península de Araya e Isla Margarita; luego continuó a Brasil. Por primera vez se trazaba un plan defensivo de esa magnitud en América.

Cristóbal de Roda, su sobrino, y Juan Bautista, su hijo, arribaron al Caribe a finales del siglo XVI, tras el llamado de Bautista Antonelli. Aquellos continuaron la labor iniciada por este: proyectaron, construyeron nuevas obras y supervisaron y perfeccionaron el resto de las edificaciones militares de Cartagena de Indias y de otras ciudades de la región. (Blanes 2013)

Valores históricos y constructivos de las fortificaciones

Las obras de los Antonelli en el Caribe estuvieron vinculadas a las rutas de comercio y navegación más

importantes de esa época en la región, para poder diseñar un plan estratégico de defensa en las colonias hispanas.

Los estudios geográficos, topográficos y estratégicos, realizados por estos ingenieros, contribuyeron a seleccionar los sitios idóneos para ahuyentar, enfrentar y defender de ataques de corsarios y piratas las ciudades de origen portuario.

A pesar de que, desde principios del siglo XVI, España había creado su primer sistema de defensa y control marítimo en la costa del Mediterráneo, los ingenieros se plantearon las características de una región nueva, de clima y naturaleza diferente, delimitada por los océanos Atlántico y Pacífico.

Tomaron de la naturaleza los recursos para desplegar una estrategia militar bien calculada para la defensa marítima. Seleccionaron, en especial, las bahías de bolsa, cuyas penínsulas, ensenadas, capacidad y calado eran factibles para situar los puertos de tránsito de la flota española y ejercer un comercio estable y seguro; localizaron los ríos caudalosos para desarrollar las comunicaciones y el tráfico comercial; eligieron las alturas de los morros para construir las principales fortalezas combinadas con las de la ciudad y la costa y así crear un sistema defensivo funcional, moderno y adecuado al desarrollo de la tecnología militar.

Fue importante la localización de los materiales de construcción para levantar las fortificaciones: los arrecifes apropiados para extraer la piedra coralina, las canteras para extraer la piedra de cantería y los lugares idóneos para construir los hornos de cal, como los fabricados en la conocida isla de Carex o Tierrabomba, en Cartagena de Indias.

Fue necesario, además, localizar la madera para construir sólidas puertas, puentes fijos y levadizos, balaustradas, estacadas, rastrillos, pilotes y andamios; el hierro para trabajar en los cierres de los vanos de las puertas y ventanas, balaustradas, rejas y hasta herramientas de trabajo para tallar la piedra que, aunque traídas de España, también se forjaban en las fundiciones de las ciudades.

Asimismo fue importante la construcción de los tejares para obtener de la arcilla los ladrillos que sostenían las bóvedas, los parapetos, las construcciones menores y las tejas que se destinaban para las cubiertas de las edificaciones secundarias como los cuarteles, almacenes de alimentos, pertrechos y municiones, caballerizas, abrevaderos y otras dependencias situadas muchas veces en el interior de la plaza de armas. (Segovia 1992, 22-23)

Como técnica constructiva fue utilizada, en lo fundamental, la piedra labrada en sillar y la mampostería para las obras secundarias. La tapia se usó en menor medida.

Trazaron variedad de tipologías defensivas europeas, pero supieron modificarlas y adecuarlas a las particularidades individuales de cada región. Construyeron torres, plataformas, fortificaciones abaluartadas, reductos, murallas, hornabeques y trincheras, cuyos ejemplos en el Caribe son notables. El empleo de estos diseños fue aplicado en toda la región, brindando un sello de identidad a cada una de sus fortificaciones.

Al mismo tiempo, dichas tipologías respondieron al desarrollo científico y al avance de la tecnología armamentista y naval de la época. Se impusieron códigos constructivos renacentistas, prevaleciendo el ideal de perfección en una arquitectura para la defensa equilibrada, armónica, monumental y funcional. Se puso en práctica una gran diversidad de diseños geométricos, simétricos, asimétricos y proporcionales, adaptados a las condiciones de los suelos húmedos, secos y rocosos.

Se emplearon, de modo magistral, las trazas abaluartadas en las fortificaciones permanentes y se colocaron elementos típicos como baluartes con orejones, parapetos abocelados y garitones en los ángulos capitales de los baluartes, hoy reconocidos como elementos típicos de esta arquitectura defensiva primigenia americana. (Blanes 2004)

El tratamiento de los espacios fue espectacular. La articulación de los diferentes elementos defensivos se tornó bien dinámica: cada plataforma y batería interna se concibieron de manera estrictamente funcional. La guarnición podía ágilmente moverse a través de rampas, escaleras y pasadizos que conducían a los diferentes emplazamientos, contrario a las fortificaciones medievales. Los sólidos muros del exterior, en sillares y en talud, fueron utilizados para el rebote de los tiros del cañón; estos muros resguardaban, en su interior, los cuarteles de los oficiales y los soldados, los almacenes de víveres y municiones, la iglesia, las casas del sacerdote y el comandante del castillo, los cuerpos de guardia, los polvorines y los calabozos.

La solución hidráulica jugó un papel importante en dichas obras. El empleo de múltiples canales para

la circulación y evacuación de las aguas de lluvia en los aljibes fue el medio utilizado para el desagüe y acopio de este preciado líquido, que garantizaba un largo asedio. El hombre no podía resistir un aislamiento sin el agua.

Estos ingenieros militares fueron auxiliados en sus construcciones por los maestros canteros, albañiles, herreros, carpinteros y una mano de obra heterogénea, de mayor cuantía, como la de los esclavos, obreros asalariados, prisioneros y vagabundos, entre otros muchos.

Caracterización de las tipologías aplicadas por los Antonelli

Los diseños de las tipologías que los Antonelli introdujeron en el Caribe fueron de origen europeo, mas sufrieron adecuaciones y modificaciones en la región por el tipo de estrategia militar de carácter marítimo y de campaña y se adaptaron a su geografía y particularidades topográficas, en todo lo que influyó, de modo particular, la jerarquía política y económica de cada país.

Gradualmente, en la medida en que la tecnología y la estrategia militar evolucionaron, algunas fortificaciones se reformaron desde el punto de vista constructivo y espacial sin perder la esencia de su tipología original. Los cambios paulatinos se evidenciaron en determinadas tipologías. De diecinueve identificadas en el Caribe, a lo largo de casi cuatro siglos de dominación española, siete fueron las emprendidas por los Antonelli. (Blanes 2008, 15-20)

Torre

Tipología medieval inspirada en las torres homenaje del castillo de origen español. En América consistieron en la diversidad de diseños y en la ubicación por necesidades estratégicas.

Plataforma

Tipología menor utilizada poco en España. Cuando se adecuó a las costas del Caribe, se sometió a cambios morfológicos, de acuerdo con el sitio donde fue levantada.

Fortaleza permanente abaluartada

Revolucionó los esquemas medievales. Fue la tipología militar más relevante de América. Se caracterizó por su geometrismo, regularidad, uniformidad y equilibrio. La presencia del baluarte fue el elemento más distinguido que transformó la arquitectura militar medieval, sustituyendo el torreón de los vértices de los castillos por los baluartes que brindaban mayor radio de acción a la fortificación.

Dicha tipología evolucionó. En el siglo XVIII se le agregaron obras exteriores, respondiendo al avance de la tecnología armamentista y naval y de la poliorcética. Se convierte en una fortificación abierta, dinámica, multiplicada con obras de avanzada como el revellín, el tenazón, la tenaza, la contraguardia, la media luna y la luneta, entre otras. Estas obras se diseminaban y se articulaban en un foso ancho, multiplicándose las escarpas y contraescarpas. Tienen elementos renovadores: atrincheramiento, túneles, túneles perimetrales, galerías de minas, traveses en los caminos cubiertos, caballeros, hornillos para calentar balas y sólidos cuarteles para los oficiales y la tropa. La tendencia fue la horizontalidad.

Reducto

Tipología menor utilizada en las líneas de circunvalación europea. Sus cambios consistieron en que fueron colocadas en lugares estratégicos y formaron parte de un sistema defensivo marítimo y de campaña. Se diseñaron cuadrados, simétricos y regulares; carecían de baluartes y los muros se remataban con parapetos que, ocasionalmente, aparecían con garitones flanqueados. En el siglo XIX adoptan otras variantes constructivas y espaciales.

Muralla

Tipología muy antigua. Desde el punto de vista conceptual no cambió, porque se concibió para delimitar y proteger una ciudad por mar y tierra. En lo formal se transformó de la misma forma que las fortificaciones abaluartadas como consecuencia de la revolución armamentista del siglo XVI; fue perfeccionada en el siglo XVIII con obras de avanzada.

Hornabeque

Tiene un frente defensivo terraplenado, con una cortina y dos medio baluartes en sus vértices, contramuralla, foso con revellín y camino cubierto. Por la campaña cierra sus muros de forma irregular y allí se ubica la entrada principal. Está dotado de alojamientos interiores, polvorín y cuartel.

Trinchera

Obra provisional de origen europeo que en el Caribe evolucionó durante el período colonial. Fue funcional y cubrió grandes extensiones de terreno. Fueron soterradas y semisoterradas.

Principales ciudades fortificadas por los Antonelli

Puerto Rico

La isla de Puerto Rico ocupaba un lugar dominante en el Caribe por estar situada cerca de las Antillas Menores, vía por donde transitaba la ruta comercial que establecía las comunicaciones de la Península española con las principales colonias americanas. San Juan, la capital, servía de escala obligatoria a una rama de la Flota; allí se avituallaba y comerciaba antes de seguir rumbo a La Habana o a otras plazas comerciales.

Las condiciones del puerto eran excelentes para ejercer esta función y trazar un sistema defensivo típico de las bahías de bolsa, con dos fortificaciones en la boca de entrada al puerto sobre un acantilado, alto y escarpado, para defender con una fortaleza abaluartada el puerto y la ciudad.

En el siglo XVII la posesión progresiva de las Antillas Menores, por las potencias europeas enemigas de España, constituyó un peligro inminente para Puerto Rico porque estos sitios se convirtieron en bases de operaciones con el fin de hostigar a las colonias españolas.

En 1587, por orden del rey de España, el gobernador Menéndez Valdés organizó un plan de defensa. Con ese objetivo, Bautista Antonelli, acompañado de Juan de Tejeda, llegó, en 1589, a San Juan y trazó la primera planta del castillo de San Felipe del Morro que consistía en un hornabeque sobre el promontorio del morro, el cual fue puesto en práctica, en 1591, por el capitán Pedro de Salazar. Este castillo representa una de las grandes joyas de la arquitectura militar en el Caribe. (Blanes 2001, 65-75)

Cartagena de Indias

En esta ciudad, fundada en 1533, se acopiaban los tesoros del virreinato del Perú y del resto de América del Sur. Fue privilegiada por su situación geográfica en el mar Caribe y por contar con una bahía de gran capacidad y calado, semejante a una enorme laguna. La entrada del puerto en esta centuria se realizaba por el canal de Boca Grande, ancho y cercano al fondeadero, donde hacían escala transitoria las embarcaciones. En 1640, tras el naufragio de varios navíos en la boca del puerto, que produjo una barra de arena, se decidió inhabilitarlo y, a partir de 1642, entró a funcionar el otro canal llamado de Bocachica.

El principal concepto de la defensa de Antonelli estuvo centrado en la entrada de la bahía de Bocagrande, donde proyectó la reconstrucción y ampliación de la fortaleza de San Matías, fechada en 1587, en Punta de Icacos. Por su parte, Cristóbal de Roda proyectó y construyó, en 1617, en el extremo opuesto, en la isla de Carex o de Tierrabomba, la plataforma de Santángel para cruzar los fuegos entre ambas. Por Real Cédula de 1626 se ordenó demoler estas dos fortificaciones porque en aquellos años se hacía difícil la navegación.

Antonelli también concibió reforzar las otras fortificaciones construidas con anterioridad en la ciudad y proyectó otras en el caño de San Anastasio y la playa de la Marina. En el puerto interior previó impedir el acceso a la bahía de las Ánimas con la Torre del Boquerón y la batería de la Caleta, las cuales propuso mejorar.

Bautista Antonelli trazó en Cartagena uno de los primeros diseños de muralla en la región. En su plano de la muralla, fechado en 1595, se observa la traza que comprendía solamente el pequeño núcleo poblacional; más adelante, aparece extendida hacia el barrio de Getsemaní, donde vivían los artesanos. Los monumentales baluartes de Santa Catalina y de San Lucas, por donde fue iniciada la muralla, fueron atribuidos a este ingeniero, Cristóbal de Roda y Juan Bautista continuaron trabajando en el resto de esta

obra hasta el siglo siguiente. En el siglo XXI aún se conserva y es una de las obras más impresionantes de esa época en el Caribe.

En Punta de Judío, que era el otro ingreso al embarcadero, Cristóbal de Roda levantó, en 1608, el castillo Grande o de Santa Cruz y Juan Bautista, en 1647, el castillo de San Luis, en el canal de Bocachica que, atacado por De Pointis y más tarde por Vernon, acabó por inhabilitarse en 1741. (Segovia 1992, 27-29) Estas fortificaciones fueron estrictamente geométricas, de trazas cuadradas y abaluartadas, respondiendo formal y conceptualmente a los cánones del renacimiento italiano.

Panamá, Portobelo, río Chagre

La ruta comercial más importante de Centroamérica estaba organizada por el triángulo establecido entre Panamá, Chagre y Portobelo, punto de conexión entre los océanos Pacífico y Atlántico. Esta jerarquía se mantiene actualmente con la ruta interoceánica del canal de Panamá.

Fue el puente que enlazó ambas regiones del norte y del sur y estableció las comunicaciones entre España y el virreinato peruano y el de Nueva España. Panamá, limitado por el océano Pacífico, sirvió de enlace para transportar las mercancías por el Camino Real, construido desde 1520, hacia el puerto de Nombre de Dios, ubicado en la costa del Caribe, donde inicialmente se concentraba una rama de la Flota. En 1596, destruida esta población por Francis Drake, sus habitantes se trasladaron y fundaron Portobelo en ese mismo año. El Camino Real fue desviado para esta nueva plaza y desde entonces su puerto de tránsito cobró una importancia comercial extraordinaria. En el siglo XVII y primer tercio del XVIII, se efectuarían allí las famosas ferias de Portobelo, que competían con las de Xalapa, en Veracruz. Su bahía era magnífica para el anclaje de las naves.

Antonelli diseñó el poblado con un total de seis manzanas y su muralla con muros macizos; en los extremos de las dos calles principales levantó cuatro puertas para comunicarse con el exterior. Esta muralla no llegó a ejecutarse.

Hacia 1597, en el extremo izquierdo de la entrada del puerto, edificó el castillo de San Felipe de Todofierro (o Sotomayor) sobre una plataforma de ochenta pies en cuadro y, a la orilla del lado derecho de la bahía y entrada a Portobelo, construyó el castillo de Santiago de Gloria, con una torre de veinte pies, dos bóvedas, un foso de cuarenta pies de ancho y dos trincheras. De estas dos notables fortalezas quedan hoy pequeñas ruinas arqueológicas.

En 1527 se había descubierto el río Chagre, ruta fluvial cercana a Panamá que desembocaba en el mar Caribe. Como era un río caudaloso y navegable todo el año, fue otra vía de comunicación eficaz.

Cuando este sitio fue incursionado por Bautista Antonelli, este trazó una torre con su plataforma, en 1595, en la desembocadura del río, por la parte del mar Caribe, donde se levantó, pocos años después y a una altura superior, el castillo de San Lorenzo el Real de Chagre. Allí, en sus almacenes, se depositaban los tesoros reales que, por la vía fluvial del Chagre, llegaban de Panamá. Apenas quedan las huellas de la torre de Antonelli.

En Panamá elaboró una trinchera en el cerro de Capirilla y, en 1597, mandó a ejecutar a su lado el fuerte de San Pablo y otro en la senda de Magán, ambos débiles, de tapia; estos ya no existen.

Venezuela. Península de Araya, Cumaná

La Península de Araya, situada entre las islas de Cubagua, Coche y Margarita, y el Golfo de Cariaco, fue codiciada por la pesca de las perlas en su extremo occidental y por las salinas, las que fueron explotadas por los holandeses desde 1542 hasta 1605.

Cuando España decidió recuperar sus tierras y una vez posesionada de su antiguo territorio, ordenó a Bautista Antonelli que hiciera un viaje de inspección a la península. Lo acompañó su hijo, Juan Bautista, y su sobrino, Cristóbal de Roda, los cuales creyeron más factible y económico cegar la salina que construir una fortaleza por ser esta una zona árida sin apenas vegetación, de clima caliente, carente de poblados y de suficiente agua. Sin embargo, esta apreciación de los Antonelli fue inútil, pues, en 1622, se comenzó el castillo de Santiago de Araya, concluido, años más tarde, por Cristóbal de Roda y Juan Bautista Antonelli. Se le hizo una sólida construcción de sillería, una planta irregular con cuatro lados desiguales y cuatro baluartes en sus ángulos, dos aljibes, un almacén de pólvora, cuarteles, una plataforma, una iglesia, un foso y un puente levadizo. (Blanes y Herrera 1988, 109-135)

Si existe una ruina arqueológica hermosa a la orilla del mar Caribe es la del castillo de Santiago de Araya. Su construcción y monumentalidad son otras de las herencias legadas por estos ingenieros italianos en América.

México. Veracruz

En el puerto de Veracruz terminaba el viaje una rama de la Flota, la que, con carácter eventual, hacía escala en los puertos de Santiago de Cuba y de Trujillo, en Honduras, antes de llegar a Veracruz. Aquí estaba el puerto del virreinato de Nueva España, en el Golfo de México.

La costa no era buena porque tenía poco fondo y muchos arrecifes y los navíos no podían acercarse sino a una distancia aproximada de tres leguas. Frente a la ciudad, el islote de San Juan de Ulúa servía de complemento y resguardo; este era un foco de concentración de las riquezas del virreinato y de las mercancías sofisticadas que se transportaban desde Manila, Filipinas y el Lejano Oriente a través del puerto de Acapulco, situado en el Pacífico.

La labor de Antonelli en Veracruz fue significativa desde su llegada, en 1590. Realizó valiosos proyectos del castillo de San Juan de Ulúa y de la isla de la Gallega, donde se ubicaba, planos, memorias descriptivas y recomendaciones. Planteó que la villa de Veracruz debía ser trasladada a su lugar inicial porque donde se hallaba, en ese momento, junto al río de Huitzilapan, a diez leguas de distancia, quedaba muy lejos del puerto de San Juan de Ulúa; describió el entorno de la nueva villa que proponía, su puerto y recursos; el Camino Real de Veracruz a México, y una infraestructura urbana y portuaria más dinámica. (Maawad et al. 2010, 53-54)

Antes que Antonelli hiciera los proyectos de ampliación del castillo de San Juan de Ulúa, esta fortaleza solo contaba con una torre y el muro de las argollas por donde se amarraban las embarcaciones. Antonelli, en su proyecto de 1590, le adicionó elementos modernos como la Torre Nueva, en el flanco derecho del muro, en el extremo este. La misma fue fabricada con piedra de cantería en el exterior y de mampostería en el interior, abovedado, muros en talud, con veintisiete pies de altura y dieciocho pies de ancho en la base, con aljibe y almacenes.

En la parte superior situó el caballero de dieciocho pies de alto y trece de ancho, rematado con troneras, sobre tres de sus paredes. Calderón Quijano atestigua que en esta empresa fueron utilizados unos ochenta hombres, entre ellos herreros negros, oficiales canteros, peones y dos barcos y dos bajeles para transportar las piedras, herramientas y una fragua. (Calderón 1993, 10-11)

Antonelli, de igual forma, realizó otro proyecto de ampliación del castillo de San Juan de Ulúa a partir del cual le agregó dos baluartes paralelos al muro de las argollas, colocándole el baluarte de Santiago que se comunicaba con la Torre Vieja, con troneras, paredes en talud a una altura de veintidós pies y ocho de espesor. Con idéntico tamaño proyectó el baluarte de San Felipe, en el extremo contrario, que se comunicaba con la Torre Nueva. La cal y la piedra se extraían de la isla de Sacrificios y de los arrecifes del propio islote de San Juan de Ulúa.

Hoy este castillo figura como uno de los monumentos más completos y modernos de la arquitectura militar en Hispanoamérica. Es una de las reliquias históricas más queridas y visitadas en Veracruz.

Cuba. La Habana

La Habana, fundada en 1519 en el puerto de Carenas, fue la ciudad más importante de Cuba y sigue conservando el rango de capital de la Isla. Está situada en la costa norte y occidental de Cuba y, respecto al Caribe, tiene una posición privilegiada por su cercanía con el Golfo de México, entre las penínsulas de Yucatán y de la Florida y el mar Atlántico, que facilitó la navegación y el comercio durante el período colonial de España. Estas condiciones hicieron posible considerar a La Habana como una de las principales llaves del circuito comercial hispano en América.

Su puerto cuenta con una bahía de bolsa, ventajosa por su gran extensión, buen fondeadero y amplias ensenadas, precedida por un estrecho canal de más de media milla de largo. Este tenía la capacidad de albergar hasta mil embarcaciones en los primeros siglos de la colonia. Desde principios del siglo XVI, daba acogida a las naves que venían por la ruta del Canal Viejo de Bahamas y su situación se tornó aún más privilegiada a partir del establecimiento regular del circuito comercial del Caribe; desde 1541 se convirtió en el punto de reunión de la flota de Tierra Firme y de Nueva España.

En 1586 Bautista Antonelli y el maestro de campo Juan de Texeda arribaron a La Habana y comenzaron una inspección de la primitiva plaza habanera. En primer lugar, seleccionaron la defensa del canal de entrada de la bahía para levantar, sobre la altura de un morro, el castillo de los Tres Reyes del Morro y, en su extremo opuesto, del lado de la ciudad, el castillo de San Salvador de la Punta, entre los cuales se cruzarían sus fuegos.

Ambas fortificaciones fueron abaluartadas, de sólidos muros de piedra talladas en sillar, y cuya forma y espacio se integraban de manera absoluta y dinámica. En este período, los proyectos defensivos y las trazas de las fortificaciones, previamente a su ejecución, eran aprobados y perfeccionados por una comisión de expertos en España, al frente de la cual estaba la figura de Tiburcio Spanoqui.

De las rocas surgió el monumental castillo de los Tres Reyes, iniciado en 1589. Antonelli supo adaptarlo magistralmente a las exigencias topográficas y a las peculiaridades del terreno irregular. Su traza se circunscribía en el pentágono, nuevo principio adoptado para las fortalezas americanas de menos de cuatro baluartes.

La traza es la de un polígono que conserva su simetría por la parte de tierra; el resto de la edificación está formada por sucesivos paños de murallas que miran hacia el mar y permiten cerrar la fortaleza. Cada ángulo ampliaba la visibilidad y aumentaba el radio de acción. Uno de los elementos más espectaculares son los flancos con orejones de típica fábrica italiana. Más adelante, Juan Bautista Antonelli repitió esta forma de flancos en el castillo de Santiago de Araya, en Cumaná, Venezuela, y en la muralla de Cartagena de Indias.

La primera planta del castillo de San Salvador de la Punta fue diseñada por Bautista Antonelli a pocos metros sobre el nivel del mar, en 1590. Sobre un terreno rocoso, esta fortaleza se construyó con una planta baja y plaza de armas central y una planta alta, donde se colocaba la artillería. Dos tarjas con los nombres de Antonelli y de Texeda se grabaron sobre sus muros como testimonios de la legitimidad de los primeros autores.

Antonelli llegó a La Habana con la orden de hacer, también, una fundición de cañones para procesar el cobre extraído de las minas del Cobre de Santiago de Cuba y trabajar como ingeniero en la Zanja Real, donde pudo garantizar el agua a partir de 1593.

En 1594 el rey ordenó a Antonelli que embarcara a Tierra Firme y se pusiera al frente de las obras de Cartagena de Indias. Mientras tanto, el ingeniero Cristóbal de Roda, quedó dirigiendo la fabricación del Morro y de la Punta, en La Habana, hasta 1608, cuando fue trasladado igualmente a Cartagena de Indias.

Por el paisaje que brindan estos dos castillos en la entrada del puerto, desde principios del siglo XVII, y por su antigüedad, historia y monumentalidad constituyen el mayor símbolo de la ciudad.

Juan Bautista Antonelli, que trabajaba en las obras del castillo de San Pedro de la Roca del Morro, en Santiago de Cuba, en 1639 recibió órdenes del gobernador para ejecutar, en La Habana, los reductos de Cojímar, en la desembocadura del rio Cojímar, y el de Santa Dorotea de Luna de la Chorrera, situado a la entrada del río de La Chorrera.

Los dos reductos son similares y su defensa principal estaba en las casamatas por la parte del mar, que ofrecían la ventaja de estar libres de los efectos de las bombas y permitían la seguridad de la artillería y la protección de la tropa. Sus funciones eran interactuarse con las demás fortificaciones de la ciudad, colocadas mirando el mar.

Santiago de Cuba

Santiago de Cuba, situada al suroeste de la Isla, fue fundada en 1515. Después de La Habana, es y continúa siendo la segunda ciudad más importante de Cuba.

Durante los siglos XVI y XVII tuvo un desarrollo lento. Sin embargo, las condiciones geográficas de la bahía, de buen calado y gran capacidad, favorecieron las actividades comerciales y la entrada sistemática de una rama de la flota española. Su situación estratégica, dentro del contexto del Caribe, facilitó que el gobierno militar de la Isla le otorgara privilegios para protegerla.

En 1638 Juan Bautista Antonelli comenzó la construcción del castillo de San Pedro de la Roca del Morro, situado sobre un promontorio rocoso a unos setenta metros sobre el nivel del mar, en la entrada del canal del puerto. Fue el primero y más importante bastión del sistema defensivo de la ciudad y del puerto.

A pesar de su apariencia medieval, su tipología respondió a la fortificación permanente abaluartada. Sus espacios son amplios y dinámicos. A simple vis-

ta se observan múltiples rampas, escaleras, pasadizos, plataformas y baterías que se articulaban para facilitar, en tiempo de guerra, las maniobras de una cuantiosa tropa.

El castillo tuvo la peculiaridad de que el abrupto peñasco del morro le proporcionara casamatas naturales y posibilitó crear obras atrincheradas y soterradas, permitiéndole una defensa adecuada, aun en la época de las reformas espaciales, tácticas y estratégicas de los siglos XVIII y XIX.

Conclusión

El valor de las obras de la familia de los Antonelli en el Caribe radica en crear el primer plan de defensa de esta región; tomar los recursos de la naturaleza para levantar una arquitectura defensiva sólida y funcional en un medio marítimo idóneo que garantizara la estabilidad y el desarrollo de un comercio seguro; adaptar y modificar patrones europeos sobre una geografía accidentada; idear un sistema de fortificación que tuviera como principios los sitios perfectos para poder defender el puerto-ciudad, establecer interacción entre las fortificaciones abaluartadas y las obras menores y construir las defensas con diseños y materiales que respondieran al desarrollo de la tecnología armamentista y de la poliorcética; emplear variedad de tipologías modernas defensivas y códigos constructivos renacentistas, predominando el ideal de perfección; erigir en las fortalezas espacios abiertos para obtener comodidad y ligereza de la tropa y de la artillería en tiempo de guerra; concebir los aljibes con una buena capacidad de acopio de agua, suficiente para sostener a la guarnición y prever un largo asedio. Su arquitectura es un testimonio de identidad que se distingue en toda la región del Caribe.

La riqueza documental que dejaron para la posteridad fue incalculable. La cartografía está enriquecida con inapreciables memorias descriptivas, recomendaciones urbanas y defensivas, proyectos, mapas, planos, dibujos y croquis.

Lista de referencias

Angulo Íñiguez, Diego. 1942. *Bautista Antonelli, las fortificaciones americanas del siglo XVI*. Madrid: Hauser y Menet.

Blanes Martín, Tamara. 1998. *Castillo de los Tres Reyes del Morro de La Habana.* La Habana: Editorial Letras Cubanas.

Blanes Martín, Tamara. 2000. «Fortificaciones habaneras del siglo XVI a la primera mitad del siglo XIX» En *La Habana, puerto colonial. Siglos XVIII-XIX.* España: Ediciones Puertos de América.

Blanes Martín, Tamara. 2001. «Estudio comparativo de tres castillos del Morro en el Caribe». En *Fortificaciones del Caribe*. La Habana: Editorial Letras Cubanas.

Blanes Martín, Tamara. 2004. «Fortificaciones coloniales del Caribe. Logros, conservación y perspectivas» En revista *Apuntes,* vol. 3, núm. 1-2, enero-diciembre. Colombia: Edición Pontificia Universidad Javeriana.

Blanes Martín, Tamara. 2007. «Los valores patrimoniales de las fortificaciones del Caribe: logros, conservación y perspectiva» En *Fortificaciones americanas y la Convención del Patrimonio Mundial.* París: World Heritage Papers 19. Libro publicado por la UNESCO.

Tamara Blanes Martín. 2008. *Las fortificaciones del Caribe.* Resumen del libro presentado en opción al grado científico de doctor en Ciencias Técnicas. La Habana, Facultad de Arquitectura del Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría.

Tamara Blanes Martín. 2013 «Las obras de los Antonelli en el Caribe» En *Las fortificaciones de los Antonelli en Cuba. Siglos XVI-XVII*. España: Editorial Galland Books.

Blanes Martín, Tamara. 2015. *Glosario ilustrado de fortificaciones*. España: Editorial Galland Books.

Blanes Martín, Tamara y Pedro Herrera López. 1988. «Las fortificaciones del Caribe y el Golfo de México en el siglo XVII» En revista *Temas,* núm.16. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.

Calderón Quijano, José. 1993. *Historia de las fortificaciones en Nueva España*. Madrid: Publicación del Gobierno del Estado de Veracruz, Consejo Superior de Investigaciones Científicas y Escuela de Estudios Hispanoamericanos.

Cámara Muñoz, Alicia. 1992. «Modelos del viejo mundo en las primeras fortificaciones de Indias» En revista *Reales Sitios*, año XXIX, núm.13.

Cámara Muñoz, Alicia. 1998. *Fortificación y ciudad en los reinos de Felipe II.* Madrid: Edición Nerea.

Gasparini, Graziano. 2007. *Los Antonelli. Arquitectos militares italianos al servicio de la Corona Española en España, África y América. 1559-1649.* Venezuela: Editorial Arte.

Gutiérrez, Ramón. 2005. *Fortificaciones en Ibe*roamérica. España: Ediciones el Viso, Fundación IBERDROLA.

Gutiérrez, Ramón y Cristina Esteras. 1991. *Territorio y fortificación. Vauban, Fernández de Medrano, Ignacio Sala y Félix Prosperi. Influencia de España en América.* Madrid: Ediciones Tuero.

Gutiérrez, Ramón y Cristina Esteras. 1993. *Arquitectura y fortificación. De la Ilustración a la independencia americana*. Madrid: Ediciones Tuero.

Hostos, Adolfo de. 1983. *Historia de San Juan. Ciudad Murada. 1521-1898.* San Juan de Puerto Rico: Instituto de Cultura Puertorriqueña,

Maawad, David; Francisco Muñoz Espejo; Sara Elizabeth Sanz Molina y Ángel José Fernández. 2010. *Fortalezas históricas de Veracruz.* México: Edición Secretaría de Educación del Gobierno del Estado de Veracruz-Llave.

Omaggio agli Antonelli. 2004. A cura di Mario Sartor. Comuna di Gatteo. Forum 3-5, octubre de 2003. Edita Universitaria Udinese Srl.

Ortiz Lanz, José Enrique. 1993. *Arquitectura militar en México*. México: Secretaría de la Defensa Nacional.

Segovia Salas. Rodolfo. 1992. *Las fortificaciones de Cartagena de Indias. Estrategia e historia.* Colombia: Tercer Mundo Editores.

Segura, García, Germán. 2013. *Las fortificaciones de los Antonelli en Cuba. Siglos XVI-XVII*. España: Editorial Galland Books.

Zapatero, Juan Manuel. 1978. *La fortificación abaluartada en América*. San Juan de Puerto Rico: Instituto de Cultura Puertorriqueña.

Zapatero, Juan Manuel. 1985. *Historia del castillo San Lorenzo el Real de Chagre.* Madrid: Ministerio de Defensa, Servicio Histórico Militar de Madrid, CEHOPU y MOPU.

La importancia de las imágenes publicadas en los periódicos y revistas del siglo XIX

Carolina Bortolotti de Oliveira

La gran contribución de la publicación de las imágenes en el medio editorial del siglo XIX fue la posibilidad de difundir las imágenes de miles de lectores a precios bajos y bajo una plataforma de comunicación ágil, que eran precisamente los periódicos y revistas.[1]Desde mediados del siglo, se hace evidente transformación en el universo literario semanal y mensual, la frecuencia y el número de imágenes en circulación emitidos en nuevas revistas baratas e ilustrados, que generalmente ofrecen al público impresiones de excelente calidad. Las principales bases de esta reproducción editorial, destacan, en primer lugar, el grabado en madera (que permitió la impresión simultánea del texto con ilustraciones), y más adelante la litografía. Inventado a principios del siglo XIX, esta segunda técnica se ha convertido en un proceso de reproducción gráfica popular, aunque su impacto ha sido más significativo en Francia y en los Estados Unidos que en Gran Bretaña.[2]

Entre los periódicos pioneros en el uso de la madera en las ilustraciones, se destacan el diario *Mirror of Literature* y la revista *Mechanic's Magazine,* que desde la década de 1820 han demostrado que esta técnica se vuelve esencial como forma de representación adoptada por publicaciones periódicas destinadas a la educación popular (formada principalmente por la clase obrera, o por un público no especializado). Aunque tenían limitaciones estéticas, desde la década de 1840, la producción en serie de grabados demostrado ser un proceso rápido y de bajo costo «que garantiza ser el medio más apropiado y expresivo para representar el mundo material» (Brake yDemoor 2009a, 304).

La ilustración se utilizó no sólo con la intención de complementar visualmente los informes más publicados, pero quería contribuir a la comprensión de todo tipo de noticias, de jardinería, fotos y ropa de la época, incluso los experimentos científicos.Otros gráficos característicos o elementos visuales de la prensa, como las cabeceras, el diseño editorial y la disposición de los artículos también se convirtieron en objeto de estudio en revistas técnicas y científicas circulantes, especialmente en el período 1840-1890.

Concretamente, en el contexto inglés había una considerable demanda de ilustraciones y fotografías que va más allá de los libros y alcanza su popularidad especialmente con el lanzamiento del diario*Illustrated London News,* en 1840, revelando que en los «últimos 10 años, tenemos observada con admiración y entusiasmo el progreso del arte ilustrativo, [además] la gran revolución que se ha hecho en el mundo editorial» (Apud. Brake y Demoor 2009b, 05).

Teniendo en cuenta que las ilustraciones juegan un papel central en la mayoría de las revistas del siglo XIX, el *Illustrated London News* —uno de los periódicos más importantes de la época victoriana— hizo las imágenes uno atractivo principal para la comercialización masiva de sus copias. Tal dinamismo y la inversión realizada por los grabadores y expertos en el negocio de la impresión, refuerzan la importancia que tuvo la ilustración en el diseño y el éxito de ventas de periódicos y revistas recién lanzados. Entre los

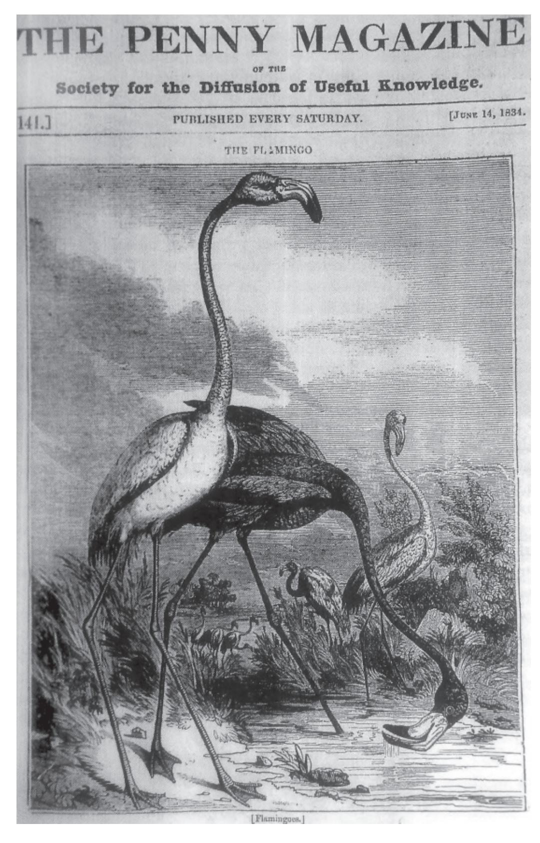


Figura 1
Flamingos retratados por el jornal inglés *Penny Magazine,* junio 1834 (Anderson 1991, 55)

años 1850 y 1860, algunos periódicos más ambiciosos comenzaron a emplear editores de arte con el fin de poner en marcha y supervisar las ilustraciones criadas y muchas imprentas han establecido relaciones exclusivas con sus ilustradores.

Por lo tanto, el enfoque de las ilustraciones de la época victoriana, además de considerar la amplia difusión y la circulación de masas, es necesario analizar las preferencias temáticas del público y nos llama la atención los sectores científicos, como: la minería, los ferrocarriles, la ingeniería naval, mecánica y construcciones civiles.

En una visión más amplia, el contenido relativo a las cuestiones médicas, la geografía, la historia y las artes en general, se emplearon ilustraciones grabadas en madera de excelente calidad, que no sólo complementa, pero también aclaró el contenido que se presenta en los textos. La gran cantidad de imágenes publicadas - especialmente con el fin de cumplir con los lectores de la clase obrera, revelaron elaborados diagramas de dispositivos científicos y mecánicos, bellas imágenes de tierras extranjeras, por lo general, incluyendo la flora y la fauna, representaciones fieles de monumentos religiosos, ruinas espectaculares, y escenarios comunes de la vida contemporánea, que incluían edificios importantes, retratos de personajes famosos y obras de arte (Anderson 1991, 54).

Por otro lado, si esta línea editorial dio protagonismo a nuevos inventos y la vida moderna, había la intención de mostrar al lector una superioridad tecnológica de la civilización inglesa en relación con otras naciones.Además, podemos ver la relación entre el uso de ilustraciones con los campos del arte y la estética, y el valor de la utilidad o la representación de imágenes, que a menudo acompañados de adornos y elementos decorativos, demuestra que el periodismo ilustrado podría unirse al Bellas Artes, teniendo especialmente en cuenta el talento de los grabadores responsables por la preparación cuidadosa de las imágenes (Brake y Demoor 2009b, 04).

Así, el uso creciente de valor pictórico y arquitectónico clásico, por ejemplo, se refiere a un universo aún poco explorado por la clase obrera: el imaginario de Bellas Artes. De este modo, cuando Charles Knight (editor de la revista *ThePenny Magazine of the Society for the Diffusion of Useful Knowledge*) decide introducir reproducciones de arte en su revista, busca una originalidad en el contexto social y cultural. Entre los aspectos más valorados en el uso de este recurso, fueron: la apariencia de la imagen, la cohesión con el texto que acompaña las ilustraciones y, sobre todo, la idea de promover el gusto por el arte, a través de la educación del gusto de sus lectores (Anderson 1991, 58).

Así que la experiencia estética en la lectura diaria de periódicos y revistas de la segunda mitad del siglo XIX se hizo accesible a varias clases, ya que mientras los aristócratas y burgueses podían tener acceso directo a las obras de arte, como pinturas y esculturas en museos y salones de artistas; la clase obrera, en general, ahora podía observarlos a través de periódicos y manuales de dibujo ampliamente comercializados.

En este sentido, el público victoriano fue capaz de explorar y disfrutar de todas las posibles yuxtaposiciones de texto y la imagen, y eran muy conscientes

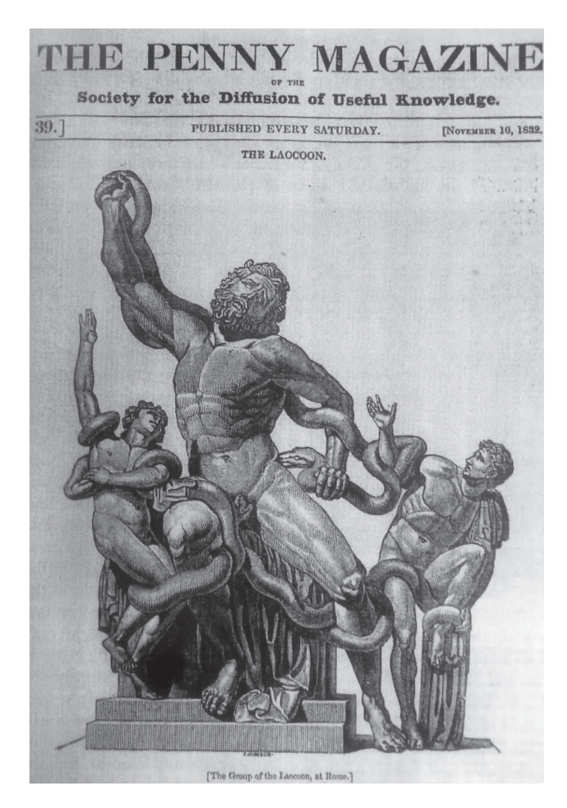


Figura 2
Representación de escultura helenística griega, noviembre 1832 (Anderson 1991, 63)

del potencial que ellas podían ejercer en su vida cotidiana y en los medios de comunicación.

Desde un punto de vista conceptual, en última instancia, se debe tener en cuenta que el medio actúa como un soporte y una herramienta para la imagen. Reconociendo los medios de comunicación y la prensa como los canales de comunicación de masas, los medios son necesarios, por lo que las imágenes pueden ser transmitidas y se hacen visibles, especialmente en periódicos y revistas.

Por lo tanto, la interacción entre el medio editorial y la imagen tiene orígenes y dinámicas propias, una vez que se considera el medio una invención técnica y la imagen se convierte en el significado simbólico del medio editorial. En este contexto, las fotografías corresponden a una determinada percepción del mundo y aunque surgieron durante la Revolución Industrial, ellas nos pueden ofrecer «cada temporada, el espejo de la realidad que los espectadores contemporáneos deseaban contemplar» (Belting2014, 269). La imagen, de este modo, actúa como un símbolo de la memoria y conforme las relaciones que tienen con el espectador, sus trayectorias están en movimiento comoobjetos «intermediais», los cuales se mueven entre los medios históricos inventados para ellas.

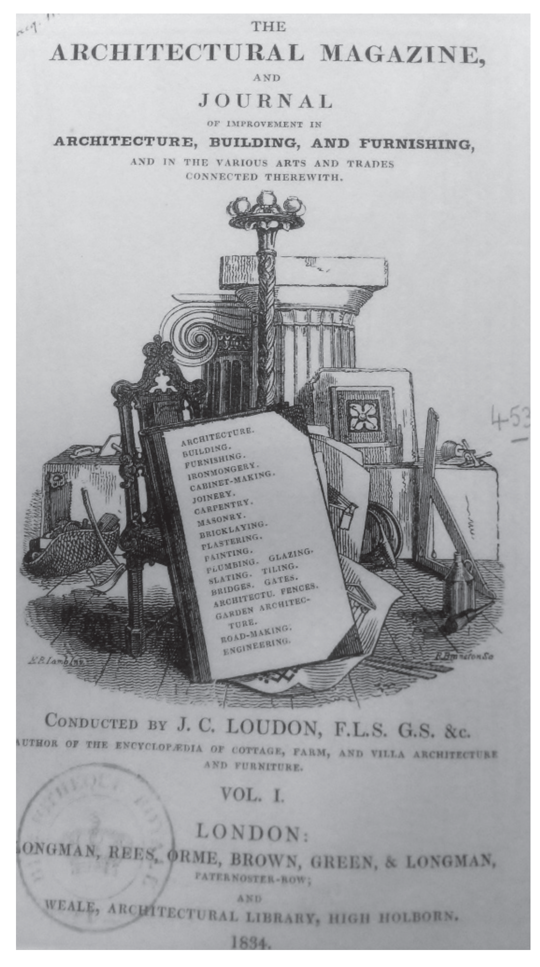
Particularmente entre 1860 y 1900, la fotografía se utilizó para explorar nuevos temas, ofrecidos por una intensa industrializacióny la nueva ordenación del territorio, así como la aparición de nuevas tecnologías de construcción.

En este sentido, identificamos la relación entre las innovaciones estéticas y las fotografías que muestran las transformaciones urbanas en curso, como la construcción de numerosos edificios (que cumple con el uso específico de los nuevos programas de la segunda mitad del siglo XIX, como estaciones de tren, gasómetros, hospitales, mataderos, torres de bombeo, farolas, faros y obras portuarias, viaductos y puentes de hierro) que, a su vez, revelan el «papel esencial del movimiento de las imágenes garantizada por los periódicos de arquitectura» (Jannière 2002, 79).

El papel de los principales periódicos de la construcción europea del siglo XIX

El papel de revistas y periódicos de arquitectura e ingeniería civil que circulan a lo largo del siglo XIX en Francia, Inglaterra y los países de lengua alemana, nos muestran cuánto se han estudiado poco los actores y sus prácticas editoriales, así como los ilustradores de estas revistas, el perfil del público lector y el impacto de la formación de opinión sobre el número de lectores. Además, Bouvier (2004) señala que las revistas deben ser analizadas como agentes difusores de categorías y modelos, por lo que es uno polo que representa los edificios y por lo tanto pueden contribuir a la historia de la arquitectura y la ingeniería en el siglo XIX.

Tomando como punto de partida una producción literaria dedicada al «corpus de ingeniería» en la mitad del siglo XIX, revistas y periódicos de construcciones civiles emergen como una nueva frente de diálogo y de la lectura, por despertar preguntas y nuevos debates en el campo de juego de arquitectos e ingenieros, al mismo tiempo, lejos de la formación académica de los grandes centros urbanos. Como el análisis de Lipstadt (1980) y Garric (2004), Masson



THE

ARCHITECTURAL MAGAZINE,

AND

JOURNAL

OF IMPROVEMENT IN

ARCHITECTURE, BUILDING, AND FURNISHING,

AND IN THE VARIOUS ARTS AND TRADES CONNECTED THEREWITH.

ARCHITECTURE. BUILDING. FURNISHING. IRONMONGERY. CABINET-MAKING. JOINERY. CARPENTRY. MASONRY. BRICKLAYING. PLASTERING. PAINTING. PLUMBING. GLAZING. SLATING. TILING. BRIDGES. GATES. ARCHITECTU. FENCES. GARDEN ARCHITECTURE. ROAD-MAKING. ENGINEERING.

CONDUCTED BY J. C. LOUDON, F.L.S. G.S. &c.

AUTHOR OF THE ENCYCLOPÆDIA OF COTTAGE, FARM, AND VILLA ARCHITECTURE AND FURNITURE.

VOL. I.

LONDON:

LONGMAN, REES, ORME, BROWN, GREEN, & LONGMAN,

PATERNOSTER-ROW;

AND

WEALE, ARCHITECTURAL LIBRARY, HIGH HOLBORN.

1834.

Figura 3
La portada de la revista *TheArchitectural Magazine (and journal of improvement in architecture, building and furnishing, and in the variousarts and trades connected therewith)*, fundada en 1834 por el escocés John Claudius-Loudon (Saboya 1991, 12)

(2004, 101) afirma que «estas nuevas publicaciones deseaban ser prácticas, eclécticas y científicas, con artículos técnicos que podrían estimular el debate y las posiciones en los principales temas del día».

De este modo, a través del análisis de esta prensa especializada podemos entender cómo se formó las redes de intercambio de conocimientos y cómo fue la expansión del público lector, es decir, la recepción de noticias dentro de los diversos círculos de aficionados, técnicos y profesionales en el contexto europeo a principios del siglo XIX.

Históricamente, a finales del siglo XVIII[3] fueron raras las revistas dedicadas a la construcción, como la revista*Allgemeines Magazin für die bürgerliche Baukunst*, que aparece en Alemania, en 1789, y el-*Journal des bâtiments civils et des arts*, publicado en París, en el año 1800. Por otra parte, as décadas siguientes, a su vez, serían testigos de un aumento considerable en la producción de revistas dirigidas a los ingenieros, a menudo especializadas en la difusión de maquinaria y productos industriales (que podría ser visto en la primera Exposición Universal de Londres en 1851), como muestra *Le Journal de l'industriel et du capitaliste,* creado en 1836, por Jules Burat.

En las primeras décadas del siglo XIX, la consolidación de una prensa técnica en Francia[4], por ejemplo, fue decisiva tanto para las acciones del Estado, de los ingenieros militares y civiles. Tales publicaciones científicas tenían la doble función de difundir la información administrativa (para el desarrollo y actualización de textos oficiales, leyes y reglamentos) y verificar la situación laboral. Además, este tipo de publicación presenta una faceta del ingeniero todavía virgen, que es su papel como escritor. Comprometidos, por lo tanto, con la promoción de su conocimiento constructivo como Hombres de las Artes y de las autoridades Estatales, los ingenieros de la*École des Ponts et Chaussées*, por ejemplo, «ocupado una posición ambivalente, para estar en el eje articulador del poder y del conocimiento» (Montel 2015, 16).

Según Chatzis y Ribeill (2008, 115), esta «clase particular de periódicos está vinculada a la función del ingeniero que, a su vez, se afirma como uno de los principales autores de la Revolución Industrial». Y puesto que se trata de un público especializado, podemos encontrar fácilmente también las descripciones detalladas de las maquinarias, así como numerosos procedimientos de manufactura, mecánicos e hidráulicos. También observamos que varias revistas fueron creadas por los empresarios del sector de la construcción (especialmente los relacionados con las empresas y órdenes privadas) y tenían la intención de promover y dar a conocer sus propios proyectos, lo que lleva uno conocimiento de alto nivel al público.

Para citar un ejemplo, en la década de 1850, elingeniero politécnico de la *École des Ponts et Chaussées* – Charles-Alfred Oppermann, se convierte en uno fructífero fundador de las publicaciones mensua-



Figura 4
La portada de la *Revue Générale de l'Architecture et des Travaux Publics*, diseñada por el francés César Daly, 1840. Dibujo de Henri Labrouste (Saboya 1991, 14)

les[5] dirigidas no sólo a la formación de ingenieros, sino a los hombres empresarios, técnicos, artistas y constructores generales.

En el contexto británico, a su vez, es importante destacar también que es a partir de la década de 1830 que el mercado editorial orientado al público de arquitectos e ingenieros gana impulso. Inicialmente dirigido tanto para el público de arquitectos e ingenieros civiles, varias revistas fueron creadas en este período, como *Civil Engineer and Architect's Journal* y *Surveyor, Engineer and Architect*, la *Mechanic's Magazine,*que se ha puesto en marcha en la década de 1820; además de los dos mejor conocida entre ellas: *The Architectural Magazine* y *The Builder*.

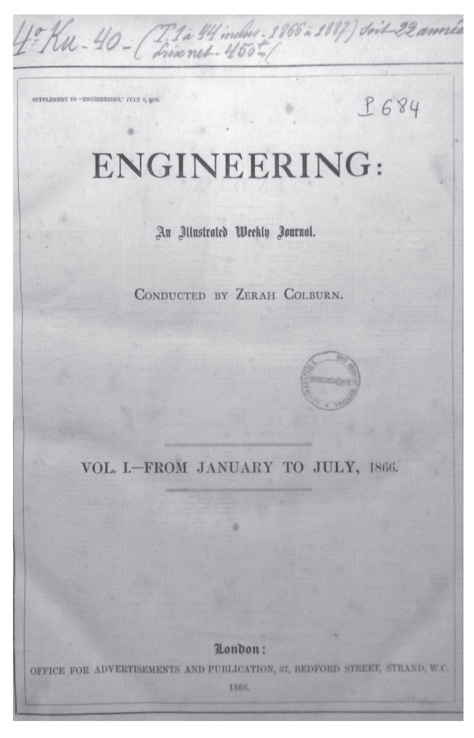
Con relación a la difusión de las obras y los detalles de los proyectos de arquitectura e ingeniería, las ilustraciones fueron cuidadosamente enmarcadas con el fin de permitir al lector hacer la asociación de los textos con las imágenes correspondientes. Es por eso que, por ejemplo, que Joseph Aloysius Hansom (fundador de *The Builder*), adopta como referencia el énfasis de las ilustraciones acerca de los textos. Con esto, el periódico siguió una línea editorial muy diversa y está diseñado tanto para los trabajadores en general y los profesionales de la industria de la construcción.

Además, después del lanzamiento de *Penny Magazine,* en 1832, y el *Illustrated London News*[6], una década después, la apreciación de las imágenes y su encadenamiento junto con los informes comenzó a dirigir el diseño de varias revistas especializadas en Inglaterra, como veremos en la *Engineering,* lanzó en Londres, en 1866, por Zerah Colburn.

Los proyectos de construcción civil publicados en la *Engineering* y *Nouvelles Annales de la Construcción* entre 1850 y 1870

Teniendo en cuenta el alcance de las revistas técnicas establecidas en la mitad del siglo XIX en Europa, como hemos visto, varias publicaciones creadas y diseñadas especialmente para los ingenieros civiles se destacó, dado el papel fundamental de este profesional durante la Revolución Industrial.

Desde la década de 1840, tanto en el contexto inglés y francés, respectivamente, llama la aten-


4° Ku-40-(T. 1 à 44 inclus. 1866 à 1887) soit 22 années

SUPPLEMENT TO "ENGINEERING," JULY 6, 1866.

P 684

ENGINEERING:

An Illustrated Weekly Journal.

CONDUCTED BY ZERAH COLBURN.

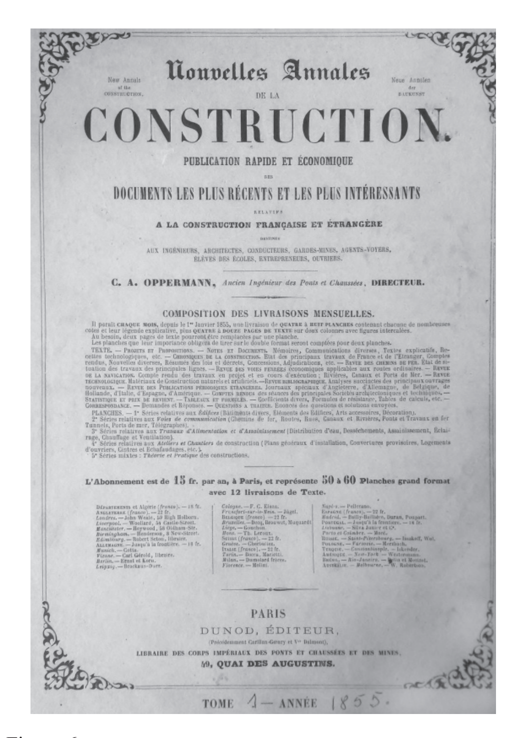
VOL. I.—FROM JANUARY TO JULY, 1866.

London:

OFFICE FOR ADVERTISEMENTS AND PUBLICATION, 37, BEDFORD STREET, STRAND, W.C.

1866.

Figura 5
La portada simplificada de la revista *Engineering*, Londres, enero 1866. (Imagen de archivo de la autora)


New Annals of the Construction. — Nouvelles Annales DE LA CONSTRUCTION. — Neue Annalen der Baukunst

PUBLICATION RAPIDE ET ÉCONOMIQUE
DES
DOCUMENTS LES PLUS RÉCENTS ET LES PLUS INTÉRESSANTS
RELATIFS
A LA CONSTRUCTION FRANÇAISE ET ÉTRANGÈRE
DESTINÉS
AUX INGÉNIEURS, ARCHITECTES, CONDUCTEURS, GARDES-MINES, AGENTS-VOYERS, ÉLÈVES DES ÉCOLES, ENTREPRENEURS, OUVRIERS.

C. A. OPPERMANN, *Ancien Ingénieur des Ponts et Chaussées*, DIRECTEUR.

COMPOSITION DES LIVRAISONS MENSUELLES.

Il paraît CHAQUE MOIS, depuis le 1er Janvier 1855, une livraison de QUATRE À HUIT PLANCHES contenant chacune de nombreuses cotes et leur légende explicative, plus QUATRE À DOUZE PAGES DE TEXTE sur deux colonnes avec figures intercalées.
Au besoin, deux pages de texte pourront être remplacées par une planche.
Les planches que leur importance obligera de tirer sur le double format seront comptées pour deux planches.
TEXTE. — PROJETS ET PROPOSITIONS. — NOTES ET DOCUMENTS. Mémoires, Communications diverses, Textes explicatifs, Recettes technologiques, etc. — CHRONIQUES DE LA CONSTRUCTION. État des principaux travaux de France et de l'Étranger, Comptes rendus, Nouvelles diverses, Résumés des lois et décrets, Concessions, Adjudications, etc. — REVUE DES CHEMINS DE FER. État de situation des travaux des principales lignes. — REVUE DES VOIES FERRÉES économiques applicables aux routes ordinaires. — REVUE DE LA NAVIGATION. Compte rendu des travaux en projet et en cours d'exécution ; Rivières, Canaux et Ports de Mer. — REVUE TECHNOLOGIQUE. Matériaux de Construction naturels et artificiels. — REVUE BIBLIOGRAPHIQUE. Analyses succinctes des principaux ouvrages nouveaux. — REVUE DES PUBLICATIONS PÉRIODIQUES ÉTRANGÈRES. Journaux spéciaux d'Angleterre, d'Allemagne, de Belgique, de Hollande, d'Italie, d'Espagne, d'Amérique. — COMPTES RENDUS des séances des principales Sociétés architectoniques et techniques. — STATISTIQUE ET PRIX DE REVIENT. — TABLEAUX ET FORMULES. — Coefficients divers, Formules de résistance, Tables de calculs, etc. — CORRESPONDANCE. — Demandes et Réponses. — QUESTIONS À TRAITER. Énoncés des questions et solutions envoyées.
PLANCHES. — 1° Séries relatives aux *Édifices* (Bâtiments divers, Éléments des Édifices, Arts accessoires, Décoration).
2° Séries relatives aux *Voies de communication* (Chemins de fer, Routes, Rues, Canaux et Rivières, Ponts et Travaux en fer, Tunnels, Ports de mer, Télégraphes).
3° Séries relatives aux *Travaux d'Alimentation et d'Assainissement* (Distribution d'eau, Desséchements, Assainissement, Éclairage, Chauffage et Ventilation).
4° Séries relatives aux *Ateliers et Chantiers* de construction (Plans généraux d'installation, Couvertures provisoires, Logements d'ouvriers, Cintres et Échafaudages, etc.).
5° Séries mixtes : *Théorie et Pratique* des constructions.

L'Abonnement est de 15 fr. par an, à Paris, et représente 50 à 60 Planches grand format avec 12 livraisons de Texte.

PARIS
DUNOD, ÉDITEUR,
LIBRAIRE DES CORPS IMPÉRIAUX DES PONTS ET CHAUSSÉES ET DES MINES,
49, QUAI DES AUGUSTINS.

TOME 1 — ANNÉE 1855.

Figura 6
La portada más descriptiva del periódico *NouvellesAnnales de la Construction*, Paris, enero 1855. (Imagen de archivo de la autora)

ción el éxito alcanzado por las revistas *The Builder, an illustrated magazine for the architect, engineer, archeologist, constructor & Artist* (fundada por George Godwin) y la *Revue Générale de l'Architecture et des Travaux Publics*, César Daly. En ambos periódicos, las referencias iconográficas son muy importantes para la lectura de los proyectos presentados y constituyen actualmente un corpus único para el estudio de la historia de la arquitectura en el siglo XIX.

Incluso dentro de este panorama de revistas vinculadas a la rama de la construcción, se puede ver el énfasis en ilustraciones técnicas en dos revistas de la década de 1850 y 1860: la *Engineering*, una revista inglesa donde podemos encontrar desde las descripciones detalladas acerca de la maquinaria, diseños mecánicos e industriales, y editoriales relacionados con el arte de la ingeniería;[7] y el *NouvellesAnnales de la Construction*, que cuenta con detalles de construcción y planificación de obras de gran envergadura, presentado con precisión las tablas al final de los volúmenes.

Con respecto a sus fundadores, entre las principales diferencias en la trayectoria de Zerah Colburn y Charles-Alfred Oppermann, podemos destacar que mientras Colburn obtuvo una formación autodidacta en los talleres de locomotoras en los Estados Unidos, así como prácticas en diversos periódicos[8] antes de crear su propio revista; Oppermann, a su vez, obtuvo una formación académica francesa clásica y tradicional, para asistir a la *ÉcolePolytechnique* y la *École des Ponts et Chaussées*, a principios de 1850. También fue responsable de la coordinación de diversos proyectos de ingeniería en Francia y en otros países, por lo que es «uno de los más activos agentes de la Revolución Industrial, que aumentó considerablemente el uso del hierro como material de construcción» (Chatzis 2008, 132).

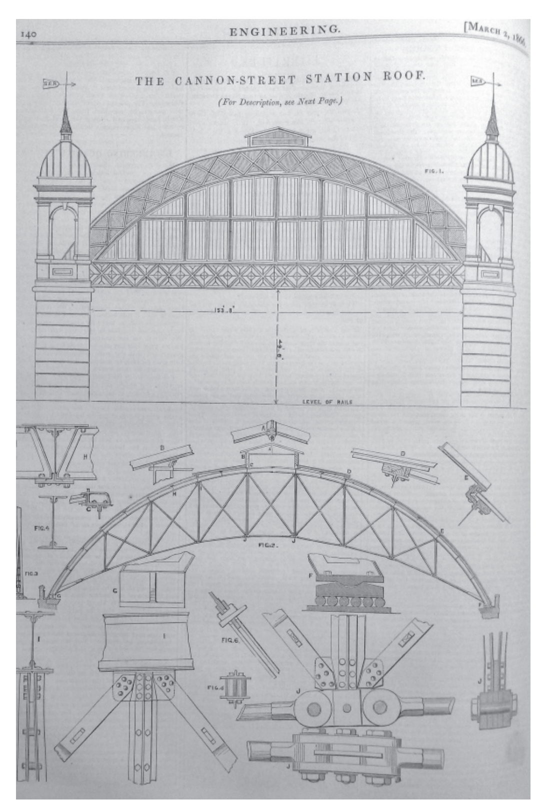


Figura 7
Estación Terminal de Cannon Street, Londres. Diseño de cubierta en estructura metálica y los detalles de construcción. *Engineering,* marzo1866, 140 (Imagen de archivo de la autora)

Entre las principales características de la *Engineering* —cuyo redactor en jefe era un ingeniero estadounidense— y «autodidacta», se destacó por ser un periódico semanal ricamente ilustrado, que se centró principalmente en maquinarias, armamentos, equipo naval, dispositivos mecánicos y eléctricos, además de revelar numerosos registros de patentes. Por otra parte, el jornal buscaba promover la educación técnica de sus lectores por cartas editoriales, listas de libros, diseños esquemáticos y en especial anunciando las obras civiles que se estaban ejecutando en los cinco continentes, lo que denota un aspecto muy cosmopolita de la revista.

Por su parte, los *NouvellesAnnales de la Construction*, mostró una presentación formal y metódica de la organización de los asuntos (que incluyó un índice te-

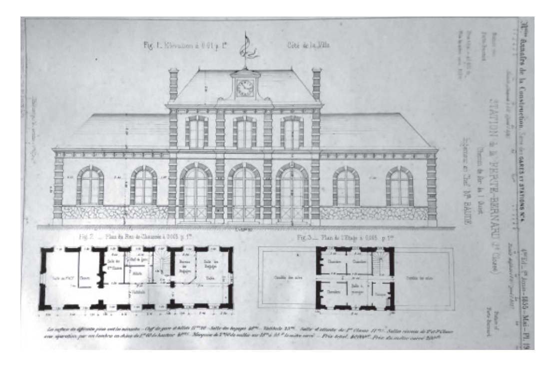


Figura 8
Estación de Bernard-Ferte —el Ferrocarril del Oeste. *Proyecto* arquitectónico— plantas y fachadas. Ingeniero en jefe (Baude), mayo de 1855, n.19 (Imagen de archivo de la autora)

mático), como su propio editor estaba proponiendo para lanzarlo desde «una forma esencialmente económico y práctico [con] muchos documentos que los edificios modernos han proporcionadas cada año a través de diferentes países y [destinado] para presentar los detalles de construcción y montaje» (Oppermann 1855, 01).

Por lo tanto, Oppermann destacó que tenía la intención de satisfacer las necesidades de aquellos que trabajaban en los campos de Ciencias, Artes y la Industria, dando incentivos a muchos profesionales con especialidades de la industria de la construcción. Por último, trató de conducir hasta a los hombres dedicados al «arte de la construcción», un ámbito de discusión y el progreso profesional mediante el establecimiento de su primero importante periódico.

Notas

1. Según Bouvier (2004) con el fin de promover una revolución de la lectura, con más intensidad y dinamismo, la mecanización de la producción literaria fue pensado para satisfacer las necesidades de producción de bajo costo de publicaciones periódicas.
2. En las décadas de 1820-1830, aunque la litografía se ha vuelto muy popular en los periódicos de caricatura, esta técnica se mantuvo subvaluado en relación con el uso del grabado en la madera en los periódicos británicos del siglo XIX. Aún así, las posibilidades de dibujo de forma espontánea, lo que permite el contacto directo del artista con la base de ejecución de los trabajos, se han convertido en un medio utili-

zado sobre todo por los artistas (Brake y Demoor, 2009a, 368).

3. En realidad, a la vuelta del siglo XVIII hasta el siglo XIX se ha producido una multiplicación de las colecciones de arquitectura que se han dedicado al «arte de la construcción». Entre las publicaciones de la época, se destacan las revistas políticas y los boletines de usos múltiples, folletos mensuales y recuerdos literarios como: el *Journal de Paris*, *MémoiresSecrets, Mercure de France*, el *AnnéeLittéraire*, la *Gazette de France*, *DécadePhilosophique* y el *MoniteurUniversel*, que han traído una gran cantidad de artículos para discusión de la arquitectura (Saboya en 1991, 59-60).
4. Entre las nuevas revistas, tenemos: *Mémorial de l'officier du génie* (1803), *Annales des mines* (1816*), Mémorial de l'artillerie* (1826), *Annales des Ponts et Chaussées* (1831), *Mémorial du génie maritime* (1847) e *Annales télégraphistes* (1855).
5. Inicialmente, Oppermann lanza: *Nouvelles Annales de la Construction*, en 1855, al añosiguiente *Portefeuille économique des machines (de l'outillage et du matériel);* en 1857, el *Album pratique de l'art industriel et des beaux-arts, recueil d'ornements et d'accessoires décoratifs modernes relatifs aux constructions économiques* (unarevistabimensual) y finalmente, *Nouvelles Annales d'Agriculture*, en 1859, mostrando la diversidad de temas que el editor-ingeniero se dispuso a hablar en sus periódicos.
6. El *Illustrated London News* fue una de las revistas más impactantes de la Inglaterra victoriana y, aunque no es su objetivo para discutir los proyectos de construcción, Sinnema (1998) considera que, dada la complejidad y diversidad de los temas tratados, la asociación entre imágenes y palabras es el aspecto más importante a ser estudiado, ya que el empleo valioso de ilustraciones hasta ahora sin precedentes.
7. La *Engineering*, en particular, transmite una serie de debates sobre la importancia de las artes decorativas, elementos arquitectónicos y de diseño en ingeniería y maquinaria en general, como se muestra los editoriales: *Art in Engineering*, n.1-3 (1866), *Architecture in CastIron* (1866), *Engineering Taste* (1867), *Experience in Design* (1869).
8. Según Mortimer (2007), en 1853, Colburn trabaja en el *American RailroadJournal*, en Nueva York, frente a los lectores como un «ingeniero mecánico». En 1854, crea su primera revista - *Rail Road Advocate*, dirigida a los constructores e ingenieros de ferrocarril. Después de pasar una temporada en Inglaterra en 1857, Colburn regresa a los Estados Unidos para poner en marcha el *American Engineer*. A finales de la década de 1850, viaja de nuevo a Londres para actuar como editor adjunto de la revista *Engineer* (fundada por Charles Edward Healey) y, finalmente, en 1866, después de una gran experiencia y una red de contactos establecida, Colburn crea su revista más importante: la *Engineering*.

Lista de Referencias

Anderson, Patricia. 1991. *The Printed Image and the Transformation of Popular Culture, 1790-1860*. New York: Oxford University Press.

Belting, Hans. 2014. *Antropologia da Imagem – para uma ciência da imagem*. Tradução Artur Mourão. Lisboa: KKYM/ Universidade do Minho. Escola de Arquitectura.

Bouvier, Béatrice. 2004. *L'édition d'Architecture à Paris au XIXe Siècle: les maisons Bance et Morel et la Presse Architecturale.* Paris: Librairie Droz. Col. École Pratique des Hautes Études: Sciences historiques et philologiques VI. Histoire et Civilisation du Livre, n.27.

Brake, Laurel &Demoor, Marysa. 2009a. *Dictionary of Nineteenth-century journalism (in Great-Britain and Ireland).* London: Academia Press and The British Library.

Brake, Laurel & Demoor, Marysa. 2009b. *The Lure of Illustration in the Nineteenth Century – Picture and Press*. Hampshire/New York: Palgrave Macmillan.

Chatzis, Konstantinos & Ribeill, Georges. 2008. «Des périodiques techniques par et pour les ingénieurs – un panorama suggestif, 1800-1914». En: Bret, P., Chatzis, K. & Perez, L. *La presse et les périodiques techniques en Europe, 1750-1950.* Paris: L'Harmattan.

Garric, Jean-Philippe. 2004. *Recueils d'Italie: les modèles italiens dans les livres d'architecture français*. Liège: Pierre Mardaga.

Jannière, Hélène. 2002. *Politiques Éditoriales et Architecture Moderne: l'émergence de nouvelles revues en France et en Italie (1923-1939)*. Paris: edition Arguments.

Lipstadt, Hélène. 1980. *Architecte et ingenieur dans la presse: polemique, debat, conflit.* Paris: C.O.R.D.A.-I.E.R.A.U/ Comité de la Recherche et du Développement en Architecture.

Masson, Marie-Céline. 2004. «Je t'aime moi non plus. Les filiations des revues d'architecture au XIXe siècle».*Cahiers Thématiques*. École Nationale Supérieure d'Architecture et de Paysage de Lille, n.4.

Montel, Nathalie. 2015. *Écrire et publier des savoirs au XIXe siècle. Une revue en construction: les Annales des Ponts et Chaussées (1831-1866).* Presses universitaires de Rennes.

Mortimer, John. 2007. *Zerah Colburn: the spirit of darkness*. Suffolk: Arima Publishing.

Centro de Actividades Juveniles de Ermont, Francia. Jean Prouvé

Verónica Bueno Pozo

La obra construida de Jean Prouvé es objeto de referencia en la construcción industrializada del siglo XX, especialmente en el periodo de postguerra. A pesar de ello, el conocimiento constructivo de las soluciones más innovadoras de su momento fue poco conocido. El centro de actividades juveniles en Ermont, Francia, de Jean Prouvé (figura 1) realizado en colaboración con la Compagnie Industrielle de Matériel de Transport, plantea un código de actuación que es extrapolado a la autoconstrucción y que puede ser objeto de revisión de la arquitectura industrializada.

El caso de estudio pone en evidencia los antecedentes de unos modos de hacer desarrollados a lo largo de toda su vida en el entorno de construcciones de pequeña escala. El estudio que realiza Jean Prouvé procede de la traducción de conocimientos, de la forja a la construcción, especializándose en el ámbito residencial con una amplia indagación en la evolución de prototipos. Las técnicas que empleó constituyen principios de actualidad como economía, ligereza o fácil montaje. Este hecho, acompañado de que Jean Prouvé no era ni arquitecto ni ingeniero, simplemente un herrero, hacen que resulte innovadores los modos de proceder en sus construcciones, tomando como referentes la aplicación de procesos industrializados de la aeronáutica y la automovilística. A pesar de no tener dicha formación, Prouvé analiza todos los avances que se están produciendo en este ámbito, fijándose en muchos de los grandes arquitectos del S.XX como Le Corbusier, Walter Gropious, Frank Lloyd Wright, etc. El mismo se definía como: «Yo no soy arquitecto, no soy ingeniero, soy un hombre de fábrica» (Lavalou [2001] 2005).

El crecimiento de las poblaciones, las medidas de emergencias en situaciones de catástrofes naturales o la necesidad de reconstrucción tras el paso de la guerra, hicieron imprescindible un modo de edificación rápido y económico. Prouvé comenzó a experimentar en el ámbito residencial por constituir la primera necesidad del momento.

La relevancia del caso de estudio en cuestión recae en el hecho de ser una de sus últimas obras de pequeña escala y a su vez en que constituye el culmen de la evolución de uno de sus prototipos, las láminas. Además se trata de un proyecto que actualmente sigue construido, con un grado de protección patrimonial como bien de interés cultural, BIC, lo que nos ayuda a entender la relevancia del proceso constructivo teniendo en cuenta su ligereza y rápido montaje; al igual que su especial interés en la actualidad, donde aún queda por establecer su recuperación, rehabilitación y puesta en valor.

Contextualización

Para contextualizar la obra de Jean Prouvé, debemos tener en cuenta que su periodo de máximo esplendor se desarrolla durante la Segunda Guerra Mundial y el periodo de Posguerra. Esta guerra fue más destructiva que la primera, lo que conllevará una mayor necesidad de reconstrucción. La situación establecerá las

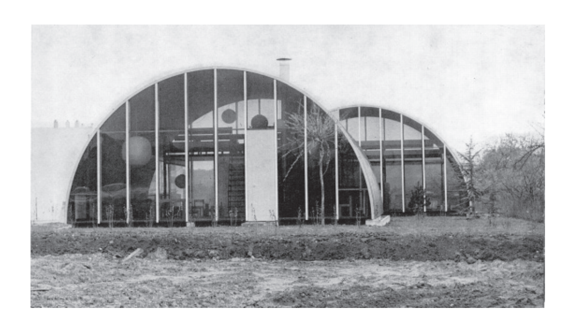


Figura 1
Vista exterior del centro de actividades juveniles. (Prouvé 1967)

claves de sus modos de hacer a lo largo de toda su vida. Por lo tanto, en el caso de Ermont que es posterior a dicho periodo, las bases en las que se fundamenta quedaron establecidas previamente.

Durante la segunda mitad del S.XX, E.E.U.U. se convierte en el país más poderoso del mundo, una sociedad industrializada con un enorme nivel de desarrollo. Jean Prouvé lo tomó como referencia teniendo en cuenta muchos de los avances que estaba incorporando. La importancia del país recae en que la guerra no se desarrolló allí, por lo que no se produjeron grandes destrucciones y en consecuencia no surgió esa necesidad de reconstruir. También se debe al incremento de la inmigración procedente principalmente de Europa y en gran medida, al gran desarrollo de la industria. En el periodo de posguerra en Europa, en contraposición a lo que sucedía en E.E.U.U., la llamada industrialización de la construcción estuvo más ligada a la prefabricación pesada de hormigón. Se produce una gran expansión del hormigón armado, y el acero se emplea para resolver problemas técnicos pero casi siempre disfrazados por la decoración. Por lo tanto, las experiencias americanas como gran parte de las Case Study Houses ò Fuller, junto a las de Prouvé con elementos metálicos ligeros en Francia, no terminaron de consolidarse.

Dentro de las corrientes arquitectónicas que repercutieron en sus obras se encuentra el Congreso Internacional de Artistas Modernos, CIAM, que desde 1928 se extendió hasta 1959, formalizando los principios arquitectónicos de lo que hoy llamamos movimiento moderno. Jean Prouvé participa en el CIAM IX denominado Aix-en-Provence, que constituyó el precursor del CIAM X donde el interés por la industria causó sensación. Paralelamente, con el objeto de explorar las posibilidades de los nuevos materiales, en Europa nace la UAM, Union de Artistes Modernes, que se extenderá desde su fundación en 1929, hasta 1958. Constituye la fusión entre el arte y la industria. En esta organización, Jean Prouvé entra a formar parte en 1930 con lo que el interés por la innovación en los materiales se mantiene a lo largo de prácticamente toda su etapa profesional.

En 1929, surgieron la chapa plegada y el acero inoxidable que son fundamentales en el desarrollo de los prototipos de Jean Prouvé, para quien la chapa de acero se convirtió en la clave para estructuras adaptadas al modelo. Esto le permitiría desarrollar propuestas muy ligeras, de rápido y fácil montaje, próximas a la ingeniería aeronáutica. Finalmente introdujo el precurvado y postensado de la chapa, culminando así sus posibilidades de rigidizar.

La vida de Jean Prouvé (1901-1984)

La vida de Jean Prouvé estuvo regida por su tradición artesanal. En 1916, con solo 15 años de edad, en Enguion, París, comenzó a trabajar como aprendiz de herrero en el taller de Émile Robert (escultor-herrero), labor que desempeñó entre 1916 y 1919. En ese último año y hasta 1921, pasó a ser aprendiz del herrero Adalbert Szabo en París. Estos años constituyeron la base de su formación ya que su conocimiento sobre la forja le permitió el desarrollo de sus prototipos sin necesidad de formarse como arquitecto o ingeniero.

Comenzó posteriormente su etapa vinculada a la industria de la construcción y a lo largo de su vida dirigió cinco talleres:

Su primer taller en 1924 se localizó en Nancy: «Jean Prouvé, Ferronneire d'art Servierie» en Rue du Général Custine. Este periodo se extendió desde 1924 a 1931 y desarrolló proyectos más vinculados a la herrería. A pesar de no comenzar con la elaboración de estructuras habitables, fue sentando las bases de sus modos de proceder sobre sus colaboradores con los que posteriormente desarrollaría sus creaciones.

Posteriormente trasladó su taller a otra calle de Nancy, concretamente a la rue des Jardiniers: «Les Ateliers Jean Prouvé». Este taller permaneció desde

1931 a 1947. En este periodo combinó la fabricación de muebles con el diseño de estructuras habitables ente las que destacó el inicio del pórtico axial.

Seguidamente, trasladó su fábrica a Maxéville: «Les Ateliers Jean Prouvé» constituyendo su periodo de máximo esplendor y que se prolongó desde 1947 a 1956. A lo largo de este periodo trabajó con aluminio debido a la escasez del acero, llegando a la necesidad de ampliar sus talleres. Esto lo llevó a unirse con la empresa Aluminiun Français que adquiere participación en su taller en 1949. Si tenemos en cuenta que lo que Jean Prouvé consideraba fundamental en sus modos de proceder, la vinculación directa entre el proceso de ideación y la construcción en fábrica, la separación entre ambos hechos como sucedió con tal empresa, le llevó a dimitir en 1953 aunque reingresó como administrador general ya que no se podía prescindir de sus servicios. Esta potente vinculación entre el croquis del objeto pensado y su fabricación lo plasmó perfectamente en sus conversaciones cuando afirma: «Nuestras construcciones forman un todo; estamos equipados para hacer conjuntos, no fragmentos de casas» (Lavalou [2001] 2005).

Aunque ya no mantuvo un directo contacto entre el diseño del proyecto y su construcción en la fábrica, Prouvé fundó una nueva sede en Maxéville: «Ateliers de construction Préfabriquée» que se extendió desde 1956 a 1968. En este periodo, concretamente entre 1957 y 1966, ingresó en la CIMT, Compagnie Industrielle de Matériel de Transport, junto a la que realizó varios proyectos e incluso desarrolló alguna patente como la del perfil del muro cortina (N.1163.238). Es en este periodo donde se ubica el caso de estudio, el centro de actividades juveniles en Ermont que se realizó vinculado a esta empresa.

Paralelamente recibió la cátedra de Artes Aplicadas en el CNAM, Conservatoire National des Arts et Métiers, entre 1957 y 1970.

Su última etapa se desarrolló a partir de 1968 como «Consultor Independiente» en París, en la rue des Blancs-Manteaux, junto a algunos colaboradores.

La obra de pequeña escala de Jean Prouvé. Esquemas tipológicos. Alfabeto de Prouvé:

La obra principal de pequeña escala de Jean Prouvé, se desarrolló a lo largo de las etapas fundamentales de sus talleres, 1939 a 1969. Toda su obra se clasifica en distinto esquemas estructurales que el mismo diseñó y analizó, creando su propio alfabeto de prototipos (figura 2).

En la etapa de su taller en Nancy, Les Ateliers Jean Prouvé, comenzó desarrollando el prototipo de pórtico axial central que se estableció en la Maison à portiques en sus diversas soluciones desde 1939 a 1947. A lo largo de la duración de su taller de máximo esplendor en Maxéville, Les Ateliers Jean Prouvé, llevó a cabo una gran variedad de prototipos. Comenzando con una continuidad en el pórtico axial central, concretamente en la Maison Estándar Metropole en Meudon (1949-1952) que aún hoy sigue construida, seguida de la Maison Tropicale en diversas ubicaciones de África (Niamey y Brazzaville). A su vez, surgió el prototipo lámina, en primer lugar con la variación coque, en la Maison Coque en Meudon (1950-1952) y en segundo lugar evolucionando a la bóveda en la siguiente etapa con el caso de estudio en cuestión, el centro de actividades juveniles en Ermont en 1967. Continuando con su etapa fundamental, también desarrolla el prototipo del núcleo central que comenzó a ponerlo en práctica con la Maison Alba (1952-1954) donde dicho núcleo era de hormigón armado. Posteriormente, siguiendo el mismo prototipo de núcleo central, elaboró otro modelo pero en este caso con el núcleo metálico en la Maison Les Jours Meilleurs (1955-1956). Este mismo prototipo continuó desarrollándolo en su siguiente etapa, Ateliers de Construction Préfabriquée, concretamente en la Maison de vacances Seynave (1961-1962) y en la Maison Gauthier (1962-1963). En esta etapa, continúo con el desarrollo del pórtico axial, exactamente con pórtico axial en «H» en la Maison Saharienne de 1958. También llevó a cabo un nuevo prototipo, él muleta, puesto en práctica en la Nave de bebidas del manantial Cachat en 1956 y en la Escuela provisional de Villejuif en 1957. Aunque menos desarrollado en lo que a aplicación a pequeña escala se refiere, desarrolló otro prototipo, la malla espacial, llevada a cabo en la Maison de Mme Jaoul Mainguerin en 1969.

Cómo podemos observar existen tres líneas claras en cuanto a la aplicación a modelos residenciales que serían axial, lámina y núcleo central. Estas líneas se van desarrollando paralelamente y si nos centramos en el caso de Ermont, tenemos un prototipo de lámina, la bóveda; no obstante, las otras dos líneas de trabajo, con un esquema estructural completamente diferenciado, aportan intereses trasversales al mismo. La principal característica común a todas las líneas

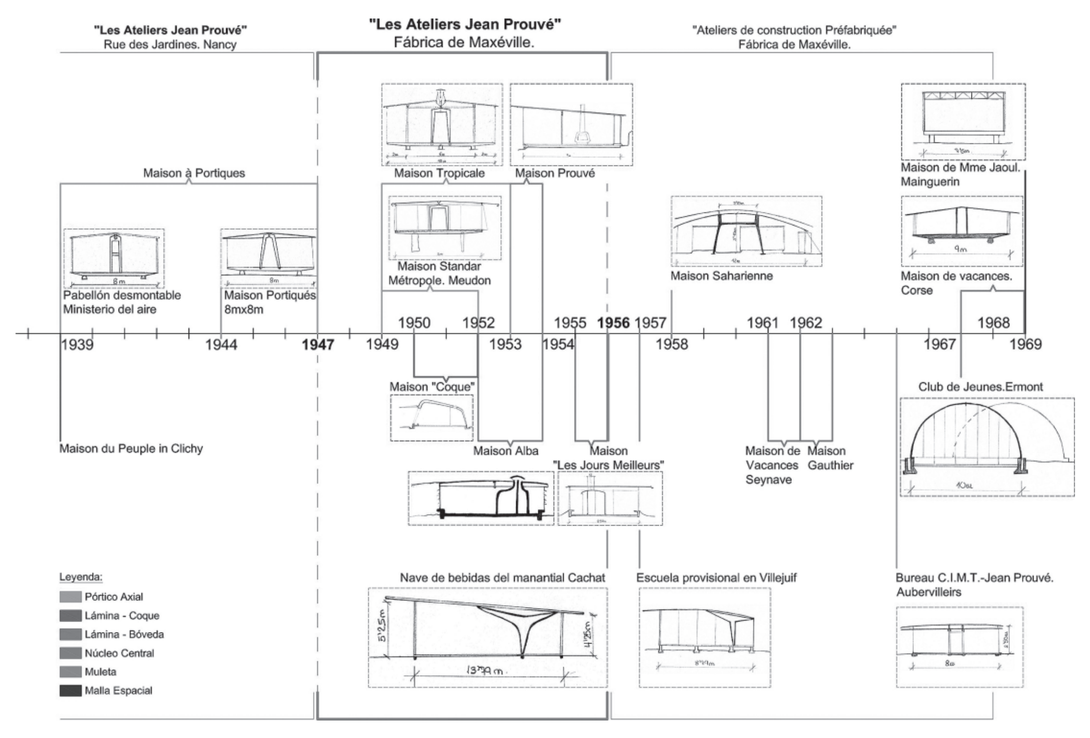


Figura 2
Línea del tiempo de los prototipos desarrollados por Jean Prouvé a lo largo de las etapas en sus talleres. (Documentación de elaboración propia)

de trabajo, es el hecho de que todos los cerramientos son portantes, lo que le ayudó al fácil y rápido montaje. Sin embargo, algo que Prouvé comenzó realizando, la solución del contacto con el suelo mediante la elevación del mismo, sólo lo llevó a cabo en el prototipo axial pero no en las líneas de lámina y núcleo central. Hay que añadir, que aunque toda su vida se basó en el ensayo de prueba y error de sus prototipos, nunca se conformó con el modelo conseguido sino que tendía siempre a perfeccionarlo. Tal es el caso, que de todas sus líneas de trabajo la más investigada es el prototipo axial. Esto nos lleva a pensar que para el prototipo lámina donde se incluye el caso de estudio de Ermont, hubiera necesitado de más años para continuar su mejora pero probablemente y dado que pertenece a su última etapa, su edad haría que dejara de profundizar en este tema.

No obstante, en el caso del prototipo lámina, a diferencia del resto de casos, saltaba entre la pequeña y la gran escala. Un hecho fundamental en la composición del centro juvenil dado que viene de un análisis profundo de la resolución entre la unión cerramiento-cubierta. La investigación en esta línea, comenzó con la Sala Meridiana del observatorio de París, 1948-1951, formada por una sección tipo bóveda constituida por dos láminas de aluminio unidas en el vértice superior por tornillos, muy similar a lo realizado en Ermont pero con menores dimensiones. Seguidamente, realizó la Imprenta Mame en Tours, 1950-1952. En este caso, la cubierta consta de dientes de sierra de chapa de aluminio y acero pero con la necesidad de un cerramiento vertical para soportarse a diferencia del caso anterior. Están constituidos por elementos de hasta 5 m de longitud que podrían ser montados por dos operarios. El peso de un panel de 3,30 m × 0,80 m, no supera los 60 kg. Este sistema en diente de sierra, fue patentado como «Sheds Aluminium», patente número 1.022.385.

En este mismo periodo de la imprenta, realizó las casas coque saltando de nuevo a la pequeña escala. Inspiradas en su propia patente Shed, planteó un tipo de vivienda que aportó mucho al diseño del centro juvenil. Analizó dos tipos: con una sola lámina y con dos láminas. Ambos tenían en común con el caso de estudio la modulación cada metro de todo el conjunto, la presencia de tabiques correderos, la composición de la lámina mediante paneles que no disponen de huecos, a diferencia de la propia patente, y principalmente, el contacto con el terreno. En este último caso, todos se realizaban en hormigón con losa y con zapatas corridas allí donde descansaban los muros de mampostería, en el caso de las viviendas, y la bóveda en sí, en el caso del centro juvenil. Sin embargo existían unas diferencias claras entre viviendas y centro juvenil, que eran principalmente el hecho de que en Ermont cerramiento y cubierta formaban un todo, bóveda, y en las viviendas, había que solucionar el encuentro entre la cubierta y el cerramiento. En este último, dicha unión era más fácil que en un caso cualquiera ya que la lámina solucionaba la esquina que era lo más complejo si del montaje se encargaban manos inexpertas. Como punto más crítico de estas viviendas cabe señalar el muro de mampuesto que en Ermont desapareció solucionándose esta situación. Como la composición de las láminas era diferente, el montaje en cada caso también lo fue dado que en el caso de Ermont cada panel que componía la bóveda apoyaba sobre la línea de cimiento de la zapata corrida y en la clave del semicírculo atornillándose al otro panel que completaba dicha forma. Pero en el caso de las viviendas estas láminas iban de muro a muro, en una ocasión muro de mampuesto y en otra, cerramiento ligero. Las dimensiones de estos paneles eran por lo tanto diferentes, cubren 4 y 6 metros en vivienda y 5 metros en Ermont.

Centro de actividades juveniles de Ermont

El centro juvenil realizado por Jean Prouvé se localiza en el norte de Francia, en la Avenida de Europa en Ermont, municipio del Valle del Oise, cerca de París (figura 4). Constituye un edificio con un espacio libre en su entorno próximo ya que su construcción no ocupa toda la parcela, sino sólo 136,5 m^2.

Aunque todos los edificios próximos se encuentran aislados en el interior de una parcela de mayor tamaño permitiéndoles un espacio libre de uso privado, en la actualidad, el panorama varía a ambos lados de la avenida en la que se sitúa. En el margen donde se ubica el centro juvenil, se trata de viviendas unifamiliares aisladas mientras que en el lado contrario se trata de bloques de viviendas colectivas con una altura aproximada de cinco plantas sobre rasante.



Figura 3
Emplazamiento en la avenida de Europa, Ermont, del centro de actividades juveniles. (Procede de Google Maps Earth)

La idea de llevar a cabo este proyecto provino de un concurso propuesto por el Ministerio de la Juventud y del Deporte para la construcción de mil centros juveniles por toda Francia. Entre los condicionantes principales del concurso se encontraba el hecho de que cada centro debería ser montado por los propios usuarios, procurando así un rápido y fácil montaje-desmontaje. A pesar de estar previsto llevar a cabo mil casos, solo se construirá uno de ellos.

El ganador del concurso fue Jean Prouvé en colaboración con la empresa C.I.M.T., Compagnie Industrielle de Materiel de Transport. Prouvé entre 1957 y 1968 fue responsable del departamento de Arquitectura de la C.I.M.T. En esta ocasión, su despacho ya se localizaba en París y la fabricación de los prototipos en Burdeos; con lo cual, diseño y fabricación no se producían instantáneamente tal y como ocurría en su Fábrica de Maxéville. No obstante, con esta empresa realizó numerosos proyectos y algunas patentes como la del perfil del muro cortina (N.1163.238).

El proyecto se plantea como dos módulos conectados en su nivel superior (figura 4). El primero de ellos, de 10 m × 10 m, constituye la zona de estancia de los jóvenes y el segundo, de 10 m × 5 m, constitu-

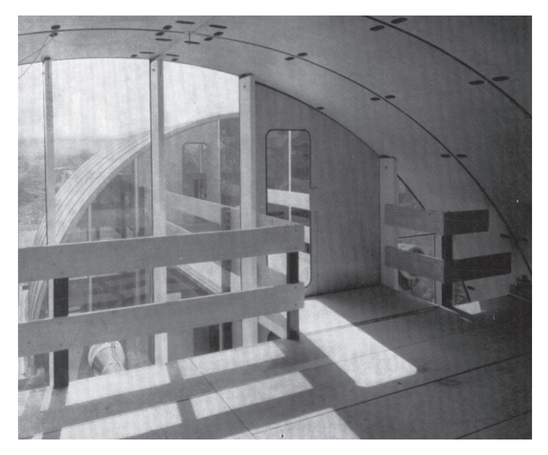


Figura 4
Nivel superior del módulo de estancia. (Prouvé 1967)

ye el área de taller. En este último, la flexibilidad del espacio hace posible una funcionalidad muy variada gracias a unos armarios móviles. Como la altura máxima sería de 5 m, radio del semicírculo, se plantea la posibilidad de una entreplanta (figuras 5 y 6).

La solución empleada en el caso de Ermont, es el culmen de su línea de trabajo sobre el prototipo lámina que se desarrolló mediante una bóveda con el objetivo principal de que no existiera la junta entre la cubierta y el cerramiento. Esto le permitiría reducir el número de errores en el montaje, como los que podría provocar la unión cerramiento-cubierta, al ser llevado a cabo por manos no especializadas.

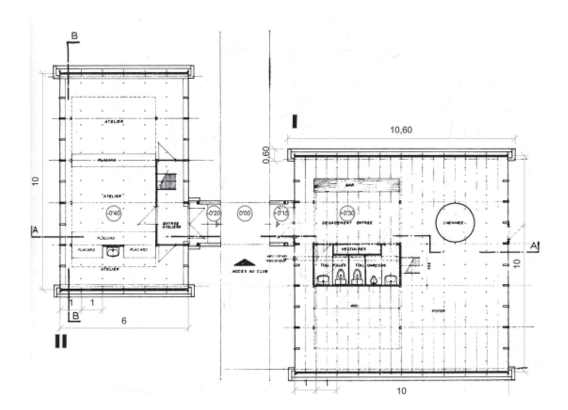


Figura 5
Planta del conjunto. (Prouvé 1967)

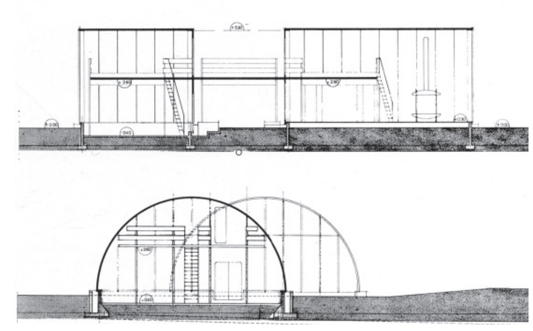


Figura 6
Secciones del conjunto. (Prouvé 1967)

Por lo tanto, para resolver las condicionantes planteadas para el centro, diseñó unos paneles conformando un cuarto de círculo, de 5 m de radio. De tal manera, que dos paneles unidos en la clave del semicírculo conformaran la bóveda completa de 10 m de diámetro. La determinación de la dimensión del radio como 5 m se debe al hecho de que tiene que ser montado por dos personas y ello requiere que la dimensión no sea mayor y con ello que el panel no pese más de lo pensado. También esta dimensión está determinada en base a las máximas permitidas para su transporte en camión. Cada uno de los paneles está constituido por un panel sándwich curvo de tres capas que desde el exterior al interior se trata de una chapa ondulada 615 de aluminio 10/10, espuma de poliuretano de 80 mm de espesor y contrachapado de Koto de 2 cm de espesor. Las dimensiones de estos paneles son de 1m de ancho y aproximadamente 7,85 m de perímetro (longitud del cuarto de círculo).

El número de paneles necesarios, serían 20 paneles para el módulo 1 (zona de estancia) y 12 paneles para el módulo 2 (taller). En total se necesitaría 32 paneles para cada centro juvenil.

En lo que se refiere al montaje del conjunto, hay que señalar que todos los elementos fueron elaborados en taller y transportados posteriormente a la obra para su ensamblaje. Para cada semicírculo (compuesto por dos paneles de 1 m de ancho), se necesita un tiempo de montaje de 45 minutos. Ello conlleva que el tiempo total de ejecución del centro juvenil completo sea de 12 horas. Hay que tener en cuenta que este montaje por parte de los propios jóvenes, es po-



Figura 7
Montaje panel por parte de los usuarios. (VON VEGESACK et al. 2007)

sible gracias a que cada panel transportado pesa 60 kg (figura 7). Las uniones eran atornilladas y para impedir la entrada de humedades, se emplearon juntas de neopreno en las uniones entre paneles.

Por lo tanto, los paneles vienen preparados de taller de tal forman que cada uno presenta unas oquedades ovaladas de unos 110 mm × 55 mm que permitirán la unión atornillada entre paneles. Estas oquedades están dispuestas aproximadamente cada metro y a ambos lados del panel. En los bordes del panel, existen unos arcos de madera a lo largo de toda su longitud ayudando a crear la junta entre paneles y presentando a su vez, una rendija tallada en los mismos que permitirán, una vez sean atornillados, la fijación de la junta de estanqueidad de neopreno (figura 8). Por lo tanto, se refleja claramente, que los únicos pasos a realizar in situ, serían la unión atornillada entre paneles y la colocación de la junta. En la clave del semicírculo se produce una unión similar a la unión lateral entre paneles. Se trata de dos fijaciones por panel, con la única variación con respecto a la anterior en las dimensiones de las oquedades, que serían algo mayor, 150 mm × 55 mm, teniendo en cuenta la importancia de la misma por ser la unión entre ambos lados del semicírculo. En la clave de la bóveda se coloca un tapajuntas metálico que protegerá esta unión de las humedades en toda su longitud.

Además de las dos uniones anteriores, resulta de gran importancia el encuentro con el terreno, es decir, la unión de los paneles en el arranque del semicírculo. Su principal característica era la presencia de una bisagra que permitía la oscilación del panel hasta su fijación en la clave con el panel del otro lado, también abisagrado en el arranque. La bisagra se fijó mediante un carril Halfen a los muros de hormigón que conforman la cimentación. De esta manera, se asegura el panel en el arranque donde el tornillo de fijación atraviesa el panel de madera que conforma el suelo hasta llegar al muro de cimentación (figuras 9, 10, 11, 12 y 13).

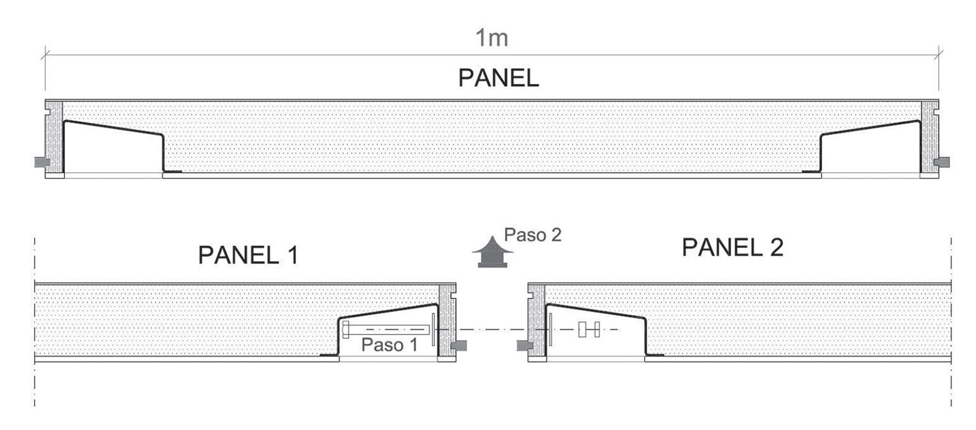


Figura 8
Proceso de montaje de dos paneles. (Documentación de elaboración propia)

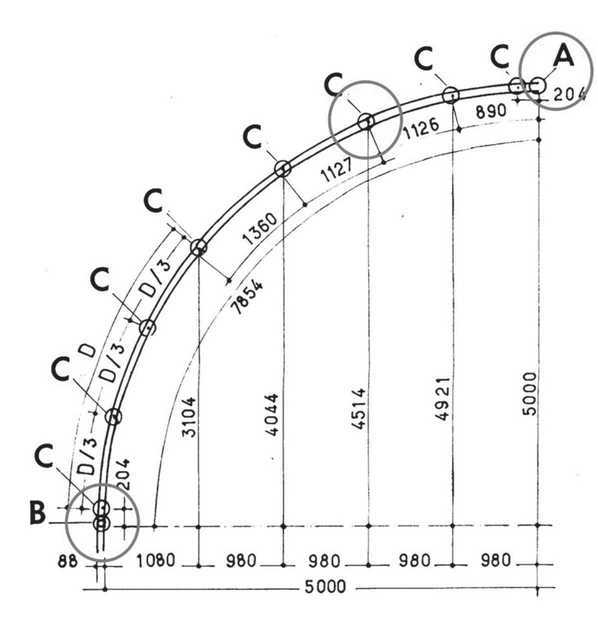


Figura 9
Sección identificativa de los principales detalles. (Prouvé 1967)

Leyenda:

Panel:

1. Chapa ondulada 615 de aluminio 10/10.
2. Espuma de poliuretano, e=80mm.
3. Contrachapado Koto, e= 6mm.
4. Arco de madera, e=2cm.

Resto de elementos:

5. Junta de estanqueidad de neopreno.
6. Tornillo de acero con arandela y tuerca. L=90mm,Ø=10mm
7. Tapajuntas
8. Banda elástica e=15mm.
9. Bisagra de acero
10. Panel de madera
11. Carril Halfen
12. Hormigón

Figura 10
Leyenda. (Prouvé 1967)

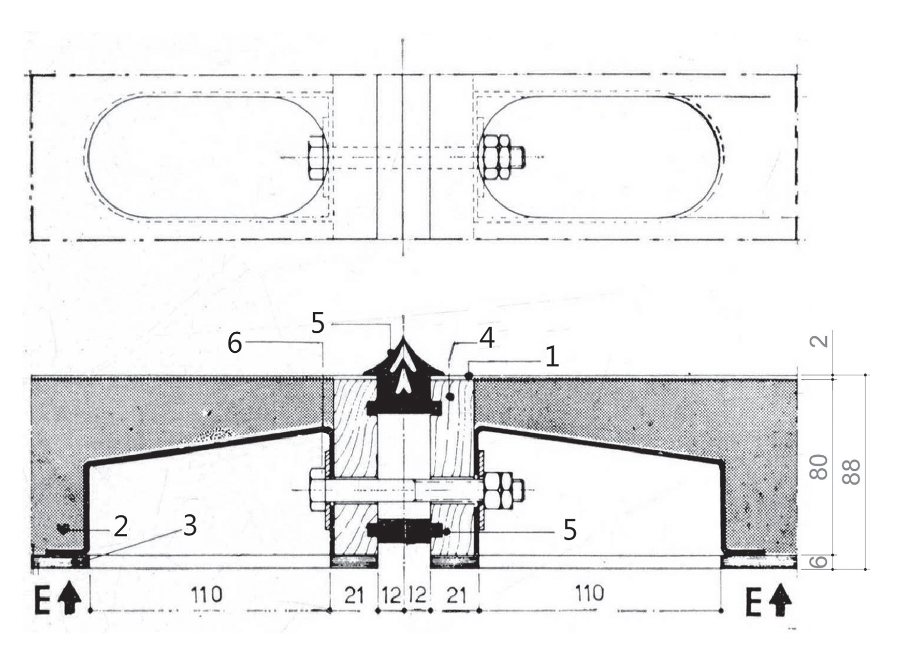


Figura 11
Detalle de la unión entre paneles. (Prouvé 1967)

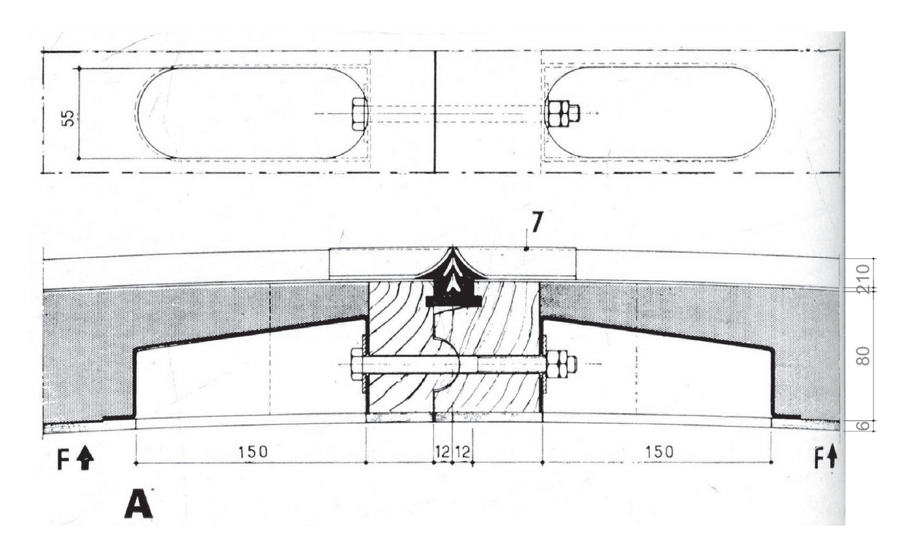


Figura 12
Detalle de la unión entre paneles en la clave del semicírculo. (Prouvé 1967)

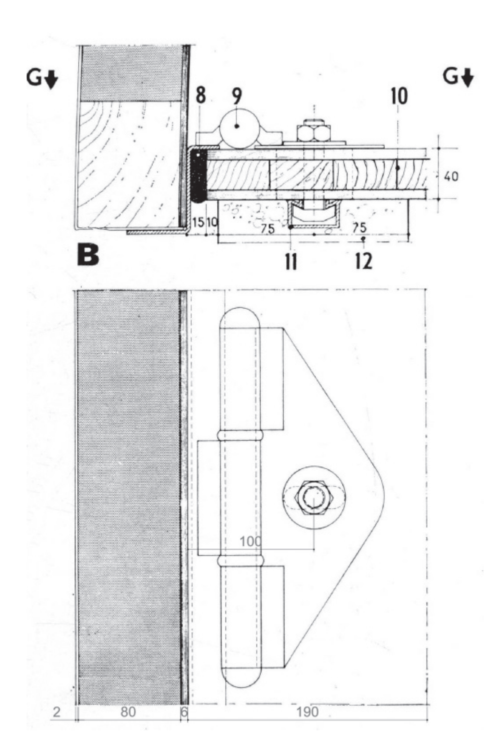


Figura 13
Detalle de la fijación de los paneles a los cimientos. (Prouvé 1967)

Si comparamos el estado actual en el que se encuentra el centro para jóvenes con el estado inicial en 1967, podemos comprobar que ha sufrido diversas transformaciones (figuras 14 y 15). La primera de ellas, y a consecuencia del paso de los años acusado por la falta de protección frente a los fenómenos meteorológicos, es el deterioro de la envolvente exterior. La segunda de ellas es el refuerzo inferior de los planos acristalados mediante una superficie opaca en toda su longitud, de unos 1,5 m de alto, que se lleva a cabo con el objeto de impedir la entrada de agua. La tercera de estas transformaciones, viene acompañada de la presencia de una escalera exterior que permitirá el acceso a los dos edificios desde dicha zona. Por último y entre los cambios más relevantes, se encuentra el retranqueo de la fachada del módulo de taller. Se traslada el paño de vidrio hacia el interior una distancia equivalente al ancho de un panel, es decir, un metro. Esto se debe a que esa fachada tiene una orientación sur-oeste y por lo tanto, al ser completamente de vidrio, necesita la protección solar de la misma con lo que recurre a un vuelo que en este caso se corresponde con un panel de 1 m de ancho. Este retranqueo solo se produce en el módulo taller puesto que en el módulo de estancia se arroja sombra sobre su fachada por la presencia del primer volumen.



Figura 14
Estado inicial del centro de actividades juveniles. (VON VEGESACK et al. 2007)



Figura 15
Estado actual del centro de actividades juveniles. (BlogSpot Jean Prouvé. 2012)

A pesar de la situación de deterioro que presenta el centro, es registrado como monumento histórico desde el año 2008.

Lista de referencias

Archieri, J.F. y J. P. Levasseur, 1990. *Prouvé. Cours du CNAM 1957-1970. Essai de reconstitution du cours à partir des archives Jean Prouvé.* Liège. Pierre Mardaga.

Clayssen, Dominique. 1983. *Jean Prouvé. L'idée constructive.* París: Dunod.

Enjolras, Christian. 2003. *Jean Prouvé, les maisons de Meudon : 1949-1999. Suivi de Il faut des maisons usinées, conférence de Jean Prouvé, 1946.* París: Villette: École d'architecture de Paris-Belleville.

Fernández-Galiano, Luis. 2011. «Casas lejanas. Industria y naturaleza, habitar en los límites». En: *Arquitectura Viva.* 139: 17-29.

Foster, N. y L. Fernández Galiano. 2011. «Jean Prouvé. 1901-1984». En: *AV Monografías. Arquitectura Viva* 149.

Gullichsen, Kristian. 1990. *Gullichsen/Kairamo/Vormala.* Barcelona: Gustavo Gili.

Hernández Minguillón, Rufino J. 1991 «7.Jean Prouvé: desarrollo, investigación y experimentación». En: Hernández Minguillón, Rufino J. *«Aligeramiento y Modernidad. La construcción de la nueva arquitectura.»* Escuela Técnica Superior de Arquitectura Pamplona.

Huber, B. y J. C. Steinegger. 1971. *Jean Prouvé. Une architecture par l'industrie. Architektur aus der Fabrik Industrial Architecture.* Zurich: Lrd Editions d'Architecture Artemis

Lavalou, Armelle (ed.). 2005. *Conversaciones con Jean Prouvé.* Barcelona. Gustavo Gili.

Pelletier, Grace. 2012. *La victoire du prototype. L'utopie de la maison préfabriquée chez les architectes du Mouvement moderne: Le Corbusier, Walter Gropious, Jean Prouvé (1923-1952).* Ministère de la Culture et de la Communication. Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de París La Villette.

Pérez, A. y O. Cinqualbre. 2009. *Jean Prouvé : la maison tropicale = the tropical house.* Paris: Centre Pompidou.

Perez Arroyo, Salvador. 1991. *Industria y Arquitectura.* Madrid: Ediciones PRONAOS, S.A.

Peters, Nils. 2006. *Jean Prouvé 1901-1984. La dinámica de la construcción.* Köln: Taschen.

Piano, R. y F. Picchi. 1998. «Prouvé, the inventor: 32 patents. Renzo Piano: memories of Prouvé». En: *Domus* 807: 52-66.

Prouve, Jean. 1967. «Club de jeunes à Ermont France». En: *Architecture d'Aujourd'hui,* 131: 86-87.

Sulzer, Peter. 2002. Jean Prouvé. Highlights 1917-1944. Basel-Boston-Berlín. Birkhaüser.

Sulzer, Peter. 2005. *Jean Prouvé: OEuvre complète = complete works.* 3, 1944-1954. Basel-Boston-Berlín: Birkhaüser.

Sulzer, Peter. 2005. Jean Prouvé: OEuvre complète = complete works. 4, 1954-1984. Basel-Boston-Berlín. Birkhaüser.

Trillo de Leyva, J.L., A. López Fernández, y F. Montero Fernández. 2008. Proyecto de investigación «VEX. Viviendas Experimentales. Manual de proyecto». Junta de Andalucía. Conserjería de Obras Públicas y Transportes. Dirección General de Arquitectura y Vivienda.

Von Vegesack, A.; C. Dumont D'Ayot y B. Reichlin. 2007. *Jean Prouvé. The Poetics of the technical Object.* Birsfelden (Suiza): Vitra Design Stifung.

Ingeniería e ingenieros: diseño y construcción del puente de Metlac, en México

Dirk Bühler

El trayecto más difícil e impresionante del ferrocarril mexicano (Ferrocarriles Nacionales de México; construido entre 1837 y 1873) parte de la orilla del mar y llega, después de recorrer 203 kilómetros, al altiplano salvando 2,433 m de altura. Se construyó principalmente entre los años 1858 y 1873 requiriendo la construcción de 39 puentes y 16 túneles bajo condiciones que precisaban soluciones audaces en un paisaje difícil de dominar, pero a la vez —único consuelo para los constructores— de una belleza natural excepcional. La construcción de estos puentes y túneles representa el legado de los ingenieros que diseñaron este trayecto y demuestra la cooperación internacional, ya que discutieron sus ideas entre ellos‑manifestándolas en cartas, diarios e informes. Ambas características, la audacia de las construcciones y lo pintoresco del paisaje, han inspirado además a artistas y pintores a realizar obras destacadas. (Bühler, 2009)

El puente más audaz y más comentado en el ámbito de los ingenieros civiles de la época está situado en la barranca del río Metlac, entre los km 115,69 y 121,69, que era el obstáculo más complejo que había que atravesar en todo el trayecto: el valle tiene —cruzándolo en línea recta— una altitud de 275 m y 115 m de profundidad; un verdadero reto para los ingenieros. La presentación de estructuras factibles se inicia en la época de la intervención francesa (1862-1863), sigue durante el imperio de Maximiliano (1864-1867) y termina finalmente después de haberse establecido el régimen republicano restaurado de Benito Juárez.

El puente se encuentra hoy entre las estaciones de Balastrera y el Sumidero, un tramo de ferrocarril que desde 1982 está fuera de servicio. El camino nuevo se separa del antiguo poco antes de llegar al pueblo de Sumidero donde, pasando una curva, se abre la barranca de Metlac, ahora atravesado por un puente recto y gigantesco. Antiguamente aquí se iniciaba la parte más interesante y pintoresca de la ruta hasta llegar a Fortín (km 114,6), donde la vía histórica se vuelve a juntar con la moderna.

Las primeras propuestas y sus antecedentes

La fase decisiva de la construcción del ferrocarril mexicano se inició en diciembre de 1857 cuando don Antonio Escandón contrató a Andrew Talcott (1797-1890) para ejecutar un levantamiento topográfico de la posible ruta sur que pasa por Orizaba; mientras que la ruta del norte, pasando por Jalapa, había sido estudiada previamente por el ingeniero mexicano don Pacual Almazón.

Talcott había estudiado entre 1815 y 1818 en la academia militar de *West Point* (NY), donde se graduó de ingeniero militar. Más tarde participó en la construcción de *Fort Adams (RI)* en 1824. Se convirtió en un hombre prestigioso cuando refinó el método para determinar la *latitud* del astrónomo danés Peder Horrebow (1679-1764). Trabajó como ingeniero supervisor en la construcción de los *Hampton Roads,* en *Fort Calhoun* y *Fort Monroe*. Hizo el le-

vantamiento topográfico de la frontera entre *Ohio* y *Michigan* en 1835 y del estuario del *Mississippi* en 1839. Era supervisor del *«Richmond and Danville Railroad»* en 1849 e ingeniero del *«Ohio and Mississippi Railroad»,* antes de viajar a México. Andrew Talcott llegó a Veracruz el 4 de enero de 1858; trabajó con tres asistentes personales (Garma, 1985: 27) y tenía además una brigada de trabajo bajo la dirección de M. Evory Lions y otra bajo la de Robert B. Gorsuch. Al haber cumplido con su contrato con los Escandón estaba de regreso en Estados Unidos en 1859. Regresó a México en el año 1862, donde trabajó hasta el año 1867.

¿Un puente colgante?

Talcott menciona en su informe (Low, 1916, 1558) del año 1858 que en un principio había pensado en la posibilidad de construir un puente colgante en un sitio donde el valle tiene 304 m de ancho y 106 m de elevación. Consideraba esta solución como la más económica, pero a la vez era consciente de los problemas dinámicos y de flexión conocidos que ofrecen estas estructuras para el ferrocarril. Desde 1855 se había construido un puente con dimensiones similares comunicando a Estados Unidos con el vecino país de Canadá atravesando las cataratas del Niágara, con 260 m de luz sobre una barranca de 70 m de profundidad. John August Roebling (1806-1869), uno de los pioneros de la construcción de puentes colgantes de gran envergadura y propietario de una fábrica de cables en Trenton (New Jersey), tenía experiencias en este sistema de construcción cuando en 1851 se hizo cargo del proyecto anterior de Charles Ellet, Jr. (1810-1862), que había fracasado. Roebling, quien más tarde construiría el famoso puente de Brooklyn, en Nueva York, proyecta aquí un puente colgante de dos pisos, el inferior servía para el tránsito de peatones y carruajes y el superior tenía una vía de ferrocarril (considerando los cuatro diferentes anchos de carriles de las compañías que la iban usar). Consciente de las flexiones que provocaban los trenes al atravesar el puente sobre la viga principal diseñó una viga tipo Howe de madera muy rígida. Además de los cables de suspenso introdujo adicionales cables diagonales y limitó la velocidad de los trenes en el transcurso del puente a 5 km/h. A fin de cuentas el puente resultó ser más estable de lo esperado y no mostró, en una investigación cinco años más tarde, ningún daño. También el costo del proyecto era mucho menor que el de un puente de acero comparable.

Seguramente serán las dificultades de diseño estructural y de cimentación, la poca disponibilidad de materiales de construcción y de mano de obra especializada, además de un resultado incierto, las que llevaron a Talcott a descartar pronto esta posibilidad.

¿Un puente tubular?

Talcott propone en seguida, como alternativa, un puente tubular de hierro, de dos o tres claros sobre pilares compuestos de barras tubulares de hierro fundido. Considera que estos pilares de hierro son más económicos que los de mampostería, que se construirían años más tarde. A la vez, deja abierta la posibilidad de que luego se realice el puente río arriba, donde el valle es más estrecho y menos profundo, a pesar de tener que desviar el trayecto por las orillas del valle de ida y vuelta. Talcott consulta la opinión de sir William Fairbairn, con quien establece una correspondencia a través de los años (Low, 1916: 1564-1565), ya que Fairnbairn calcula —comunicado por una carta fechada en Manchester el 26 de noviembre de 1858— una propuesta para la construcción de un puente tubular sobre dos pilares (figura 1).

Aunque Chapman[1] encontró un documento indicando que en el año 1856 el ingeniero Santiago Méndez, en esa época a cargo del proyecto, tenía sobre

DISCUSSION ON THE MEXICO AND PACIFIC RAILROAD 1611

in 1910 and still continues, has deferred its construction indefinitely, due to the fact that, after long deliberation, it was considered that a bridge of such magnitude would be very easily destroyed, with, of course, disastrous consequences. Fortunately, the present Metlac Bridge and practically all others have escaped serious damage, but the danger has been ever present for several years past, and very great anxiety has been felt by all concerned; how much more so would this have been the case had the bridge been nearly 350 ft. high? Mr Ingra

Some day, of course, the bridge will be built, as the development in and out of the *barranca* is perhaps the most dangerous part of the railway, and mile for mile the most expensive to operate. When this day arrives, it is to be hoped that the Mexican people will have developed into a peaceful and law-abiding nation.

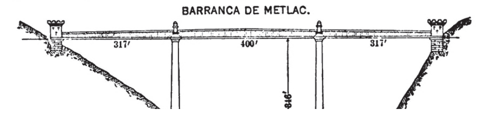


Figura 1
El diseño del puente tubular en un comentario al informe de Talcott (Low, 1916: 1611)

todo libros de ingeniería francesa en su biblioteca, y ahora prevalecen las relaciones con la Gran Bretaña. Los contactos de Andrew Talcott con el ingeniero británico Fairbairn (1789-1874) y las cartas de su hijo Charles Talcott confirman, junto con las evidencias físicas, que los ingenieros de los años mil ochocientos usaban más bien libros de Inglaterra para prepararse en su gran tarea. El contacto entre Andrew Talcott y sir William Fairbairn nos puede aclarar los vínculos que había entre los técnicos. Fairbairn, el famoso ingeniero escocés, no sólo había escrito libros básicos sobre diseño estructural en hierro, sino también era el ingeniero responsable de la construcción de los puentes tubulares de «Britannia» (1846-1850) y de «Conway-Castle» (1849), en Gales, junto con el más conocido Robert Stephenson. El contacto de Talcott con Fairbairn seguramente no se limitó tan solo a la consulta, sino que se extendió sobre sus libros que en 1850 eran famosos —y traducidos— en todo el mundo. Fairbairn había publicado primero sus experiencias con los puentes tubulares que construyó y más tarde se dedicó a la promoción de elementos de hierro fundido y forjado para todo tipo de construcciones. Para los apoyos de los puentes (y de edificios) propone construcciones a base de tubos de hierro fundido, que sirven muy bien para elementos sujetos únicamente por compresión. Aparte estudia especialmente el uso del hierro forjado en la construcción de vigas. En uno de sus libros que salió publicado en una traducción al alemán y al castellano en 1859, compara la utilidad y economía del hierro forjado con respecto al fundido y le da preferencia al primero para la construcción de vigas. Además, propone métodos de cálculo estructural para el tipo de vigas que más tarde se usarán en los puentes del ferrocarril mexicano. En otro libro sobre puentes y vigas de hierro fundido y de hierro forjado de William Humber, profusamente ilustrado y publicado en Londres en 1857, aparece —y es solo uno de muchos ejemplos— el diseño de un puente ferrocarrilero sobre el río Stour (Humber, 1857, Tabla 20), donde se emplean las mismas vigas en cuestión, pero también un puente ejemplar con una viga ensamblada con el sistema Warren.

Estas superestructuras de vigas descansan sobre contrafuertes, en ambos costados del valle, hechos de mampostería y pilares en medio para limitar la envergadura de la viguería. Por lo general, todavía no se usan cojinetes especiales en los lugares donde descansan las vigas sobre los apoyos sino que se ponen sencillamente láminas de hierro en los intermedios para permitir los movimientos causados por el ferrocarril y los cambios de temperatura. Durante la renovación de la red ferroviaria en los años ochenta se introducen cojinetes de elastómeros entre superestructura y apoyos.

Talcott destaca en su informe (Low, 1916: 1558) la abundancia de cantería caliza en la región y su alta calidad. Esta piedra es aprovechada para la construcción de cimentaciones, contrafuertes, las bóvedas de las alcantarillas y el revestimiento de túneles, así como para la construcción de los edificios para el ferrocarril. Para construir los pilares intermedios de los puentes no recomienda la mampostería porque resulta más económico importar y ensamblar pilares de hierro en vez de transportar y ocupar un sinnúmero de albañiles y carpinteros en la construcción con piedra que requiere de andamios y grúas más complicadas que el hierro.

Al contabilizar los tipos de pilares se observan pocos que se ensamblaron con base en vigas de madera en los primeros años del ferrocarril mexicano; mientras que la mitad de los pilares en terrenos accesibles de la costa y del altiplano se hicieron completamente de mampostería. La otra mitad, ubicada principalmente en las regiones montañosas, se hizo de hierro. Tan solo desde el año 1912 en adelante se refuerzan y sustituyen los pilares originales de hierro por los de mampostería y muchos son suplidos por muros de contención, no dejando huella de los puentes anteriores. Los pilares de mampostería se construyeron con sillares de piedra caliza presentando su paramento con un almohadillado rústico. Las estructuras de hierro son un poco más complejas —como demuestra el caso del puente de Metlac—; son caballetes de hierro con entramados, la mayoría de ellos hechos a base de perfiles angulares remachados y solo en algunos casos se ensamblaron con tirantes en forma de tubo.

Con este tipo de estructuras para los puentes, los constructores del ferrocarril mexicano habían escogido un sistema constructivo fácil de transportar y ensamblar, que a la vez era económico y estaba a la altura de la tecnología de construcción.

Charles Gratiot Talcott (1834-1867), uno de los tres hijos que acompañaron a Andrew Talcott en su regreso a México en 1862, nos legó su correspondencia con su amigo Alfred Landon Rives (1830-1903), un ilustre ingeniero estadounidense con raíces fran-

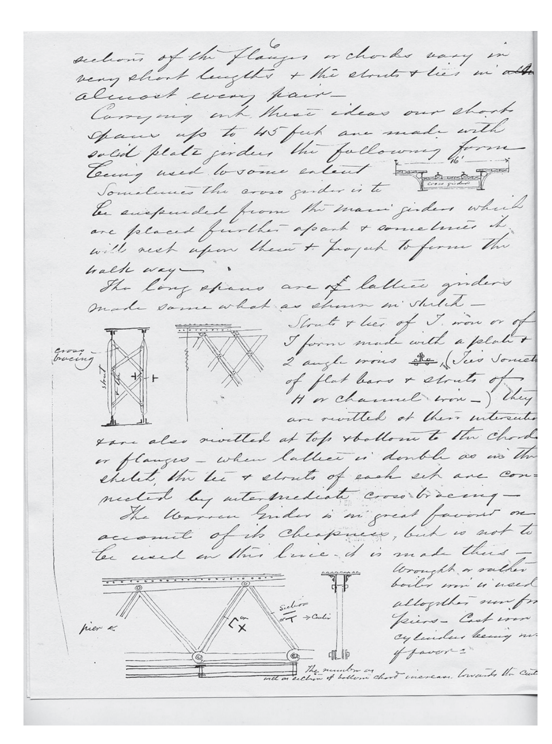
cesas quien se había graduado en 1854 en la famosa Ecole des Ponts et Chaussées de París. Era íntimo amigo de la familia Talcott pero había rechazado la oferta de los Escandón de unirse al equipo de Talcott y decidió seguir una carrera muy exitosa en Estados Unidos. En una de sus cartas encontramos una descripción y evaluación detallada del proyecto[2] que comparte con su amigo. En la primera parte del manuscrito se dedica a discutir las construcciones que están en uso en ese tiempo:

> Deduzco de ingenieros ingleses y libros de Inglaterra que después de la elaboración de las vigas con hojalata de caldera, han comenzado a volver a utilizar en hierro forjado diversas formas de vigas entramadas que prevalecían cuando la madera era el único material utilizado para tramos largos con el fin de economizar el material y mejorar la apariencia. Parecen haber dejado a un lado el hierro fundido que se usó tan solo para ornamentaciones, para las barras tubulares de hierro y para partes menores que no aparecen muy a menudo. La viga de hojalata se usa todavía para vanos pequeños pero para los grandes vanos se utilizan vigas entramadas, mientras que para las más largas se emplean las vigas de celosía sencillas o dobles con barras de hierro forjado.

Continúa el escrito de Charles Talcott con una discusión sobre el cálculo estructural de estas vigas, considerando las cualidades del material, los diferentes perfiles I y H disponibles, las juntas y los variados casos de fuerzas estáticas que actúan sobre la viga, y sigue:

> Tenemos la idea de emplear vigas de hojalata para vanos hasta de 45 pies (15 m) con el siguiente formulario que se utiliza hasta cierto punto. A veces la viga transversal debe ser suspendida de las vigas principales que se colocan sobre ménsulas para formar las pasarelas. (figura 2: dibujo derecha, arriba) Los largos tramos son vigas de celosía hechas un poco como se muestra en el dibujo (figura 2: dibujo a la izquierda en medio). La viga tipo Warren (figura 2: dibujo a la izquierda abajo) tiene una gran ventaja que es su bajo precio, pero no es previsto para ser utilizado en su línea [el ferrocarril mexicano]. El uso de hierro forjado o más bien hojalata prevalece en todas partes, para los pilares se utilizan barras tubulares de hierro siempre y cuando convenga.

Con estas líneas Charles Talcott expresa tanto la actualidad de sus conocimientos de constructor como las dudas que compartieron los ingenieros civiles de



6

sections of the flanges or chords vary in very short lengths + the struts + ties in almost every pair—
Carrying out these ideas our short spans up to 45 feet are made with solid plate girders the following form being used to some extent
Sometimes the cross girder is to be suspended from the main girders which are placed further apart + sometimes it will rest upon them + project to form the walk way—
The long spans are of lattice girders made somewhat as shown in sketch—
Struts + ties of T iron or of T form made with a plate + 2 angle irons (Ties sometimes of flat bars + struts of H or channel iron—) they are rivetted at their intersections + are also rivetted at top + bottom to the chords or flanges—when lattice is double as in the sketch, the ties + struts of each set are connected by intermediate cross bracing—
The Warren Girder is in great favor on account of its cheapness, but is not to be used on this line. It is made thus—
Wrought or rather boiler iron is used altogether now for piers—Cast iron cylinders being out of favor—

Figura 2
Página 6 de la carta de Charles G. Talcott a Alfred L. Rives, del 17 de mayo de 1866, Alfred Landon Rives Papers, David M. Rubenstein Rare Book & Manuscript Library, Duke University (Durham, NC)

su época. Las vigas de celosía, que eran causa de muchas controversias entre los ingenieros europeos, ya habían pasado a la historia en los años mil ochocientos setenta por sus problemas de deformación en los pilares y su poca durabilidad. Se preferían viaductos con vigas entramadas tipo Warren sobre pilares formados de hierro fundido tubular desde la construcción del viaducto de Crumlin sobre el río Ebbw, en el sur de Gales, en 1857. Esta construcción, publicada por primera vez en el libro de William Humber (Humber, 1857, Tablas 37-38), se hizo ejemplar a través de muchas reseñas y publicaciones didácticas con detalles constructivos. En algunos aspectos, el diseño final de los pilares del puente de Metlac se parece mucho al ejemplo a seguir del viaducto de Crumlin.

La propuesta del padre Andrew Talcott se refleja también en los periódicos contemporáneos como el

Scientific American de 1866 (Anónimo, 1866: 18), en el que se anuncia como una estructura que rebasa los límites de la ingeniería del presente y será una razón más para visitar México.

El puente Maximiliano: una propuesta fuera de serie

Un diseño espectacular sin antecedentes para la construcción del puente de Metlac surge en el año 1864, promovido por el ingeniero William Lloyd (1822-1905), quien se hace cargo de la construcción del ferrocarril mexicano en 1864, en plena época del Segundo Imperio de Maximiliano II en México. Aunque este diseño nunca llegó a realizarse, vale la pena enfocar tanto al inventor con su carrera singular, como el diseño innovador de la propuesta.

A la edad de 16 años, Lloyd entró en 1838 a trabajar en la empresa del ingeniero y escritor Joseph Gibbs (1798-1864), en Londres, con un contrato de aprendiz de ingeniería por cuatro años. Trabajó en obras de ferrocarril en Francia de 1842 a 1843 y en la oficina de Robert Stevenson entre 1843 y 1848. Los hermanos Stephenson, Thomas Baring y otros miembros de la poderosa Institution of Civil Engineers (ICE) en Londres, lo propusieron en 1863 como «chief engineer» in the Chilean Government. En 1864 recibe la medalla de oro del ICE y la medalla Telford por su trabajo para el ferrocarril chileno. En el mismo año se traslada a México, esta vez sin su familia que lo acompañaba todavía en su viaje a Chile, y se reúne con Talcott en Córdoba, Veracruz. Describe la barranca de Metlac y dice que el viaducto tiene que ser casi tan alto como St. Paul's Cathedral de Londres. (Lloyd, 1900: 97) En noviembre de 1864 se reúne por primera vez con el emperador Maximiliano I, quien había llegado apenas cinco meses antes. Pero la descripción en sus memorias no hace referencia al puente que él proyectó sino que se

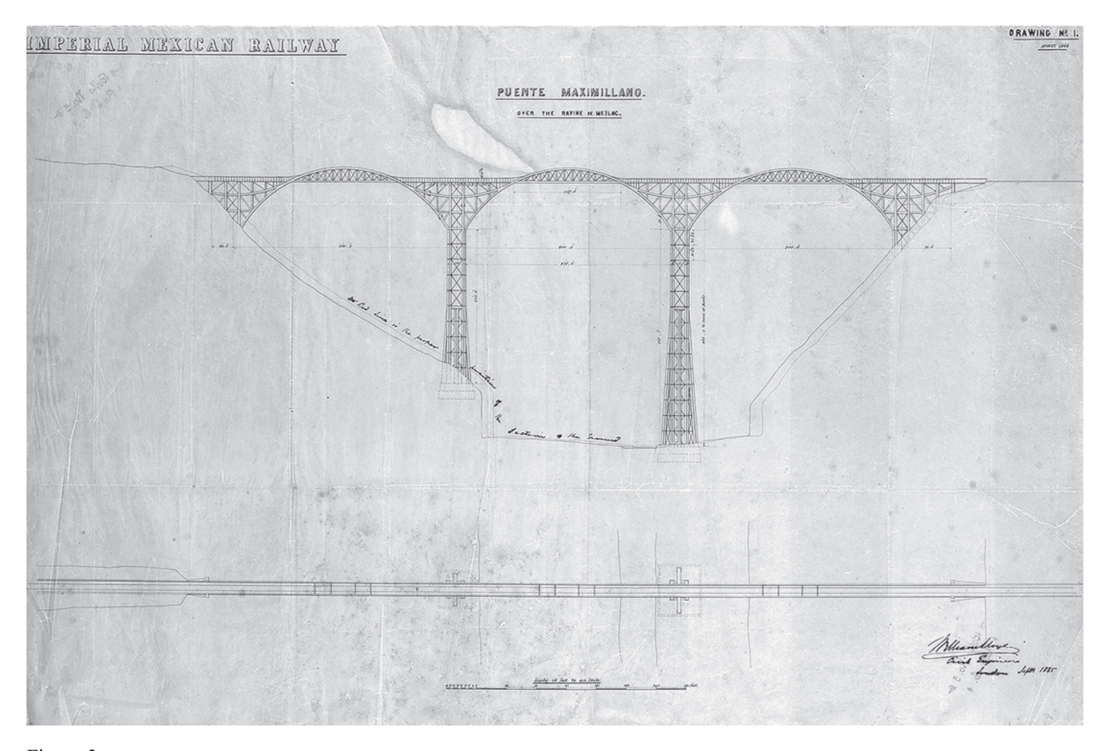


Figura 3
Plano del ingeniero Lloyd del puente de Metlac (Planoteca del CEDIF en el Museo Nacional de los Ferrocarriles Mexicanos, Puebla)

refiere tan solo a la puesta de la piedra fundamental (Lloyd, 1900: 114) del puente tubular propuesto por Faibairn que finalmente no se construyó por el temblor. Al haber cumplido con su misión en México trabajó de nuevo en Chile, Argentina y California, antes de volver definitivamente a Gran Bretaña en 1888.

De la propuesta de William Lloyd para el puente de Metlac se encontraron —hasta la fecha— tres referencias: la primera y más importante es un plano firmado por Lloyd en Londres, fechado en septiembre de 1865 (contradiciendo a la leyenda que lo fecha en agosto de 1866), que se guarda en el archivo del ferrocarril en Puebla.[3] Este plano acotado de 62 × 90 cm y a una escala de 40 pies por 1 pulgada (1:480) presenta un puente con un total de tres vanos iguales: dos laterales y uno central de 96 m de envergadura, apoyados en dos pilares monumentales en medio, construidos sobre una base ancha que se adelgaza hasta arriba, una estructura de barras de hierro tubulares que en la parte alta forman un cantilever o una ménsula. En los espacios abiertos entre las ménsulas del cantilever se ponen vigas que se suspenden de un arco, arriostrado por un entramado. Es un puente sumamente estético que tiene la apariencia de tres arcos conectados entre sí por una línea ondulada y suspendidos en el aire (figura 3).

El segundo documento de esta propuesta se conserva en el Museo de Arte del Estado de Veracruz, en Orizaba (Veracruz) (Fomento, 2001: 246). Se trata de un grabado en metal acuarelado anónimo que mide 16,3 × 18,5 cm bajo el título: «Puente de la barranca de Metlac en el ferrocarril de Veracruz a Méjico». Este grabado representa el puente idealizándolo en un paisaje salvaje: enfatiza la altura de los pilares y los cuatro arcos de hierro que se generan armónicamente desde la base de los pilares. La viga principal es un entramado rectilíneo que descansa entre los arcos. Como representación artística, capta muy bien el ánimo del diseño y demuestra la popularidad del proyecto (figura 4).

El tercer documento al respecto, y tal vez el más revelador, es la segunda parte de la carta que escribe Charles Talcott a su amigo Rives, ilustrándolo con un dibujo técnico (figura 5):

> El puente de Metlac tiene que ser único. Lloyd encargó un plano en Inglaterra, pero dice que después de dejar atrás al dibujante que había empleado para llevar a cabo

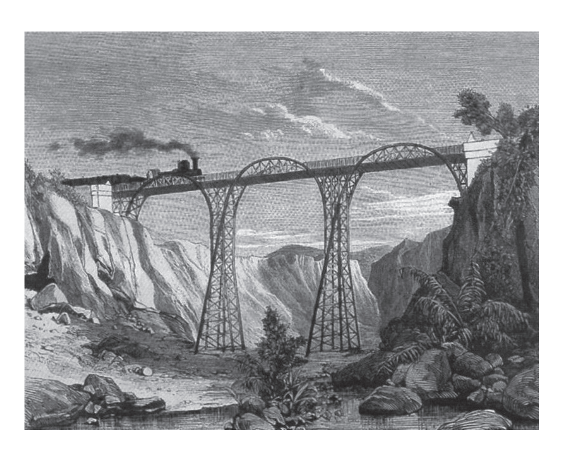
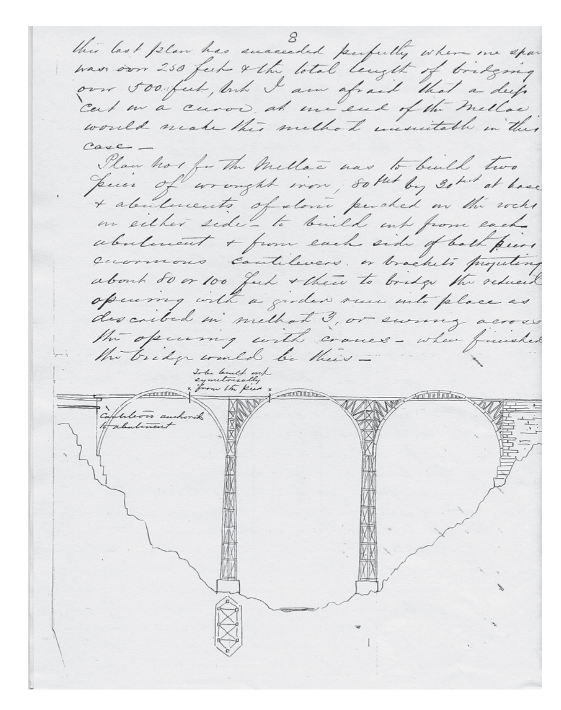


Figura 4
Grabado del puente de Metlac (Museo de Arte del Estado de Veracruz)



8

this last plan has succeeded perfectly where one span was over 250 feet & the total length of bridging over 500 feet, but I am afraid that a deep cut on a curve at one end of the Metlac would make this method unsuitable in this case —

Plan No 1 for the Metlac was to build two piers of wrought iron, 80 feet by 30 feet at base & abutments of stone perched on the rocks on either side — to build out from each abutment & from each side of both piers enormous cantilevers or brackets projecting about 80 or 100 feet & then to bridge the reduced opening with a girder run into place as described in method 3, or swung across the opening with cranes — when finished the bridge would be thus —

Figura 5
Página 8 de la carta de Charles G. Talcott a Alfred L. Rives, del 17 de mayo de 1866, Alfred Landon Rives Papers, David M. Rubenstein Rare Book & Manuscript Library, Duke University (Durham, NC)

su diseño, el dibujante reclamó el mérito de haberlo originado y lo patentó. Por lo tanto Lloyd encargó otro diseño distinto al anterior. Entre nosotros: yo no creo que pueda idear un plan por sí mismo. Voy a describir el diseño definitivo y te comento su idea sobre el segundo. La apertura es de 950 pies, la altura de 400 pies y el problema más difícil de resolver es el costo de las cimbras «comunes y corrientes» que cuestan tanto como todo el puente. Esto se ha evitado en Inglaterra al ensamblar el entramado en el suelo y elevarlo a su lugar definitivo como en el caso del puente de Britannia [en uso desde 1850] y el de Saltash [en uso desde 1859] y otros puentes. La disposición del valle aquí hace que este método no puede ser empleado a menos que tal vez por la luz central, al hacer los tramos cortos, digamos de 60 pies.

Después de una descripción detallada de las posibilidades de construcción, prosigue:

El plan que tenía [Lloyd] para el Metlac era construir dos pilares de hierro forjado en medio de la barranca con 30 pies en la base y apoyar el puente a ambos lados en las rocas. En ambos lados de cada pilar y en los apoyos laterales se construirían enormes voladizos sobre ménsulas de unos 80 o 100 pies. Para cerrar la abertura —ahora reducida— entre las ménsulas se pueden ensamblar las vigas en el suelo y levantarlas en su lugar con cabrestantes o balancearse en su lugar desde arriba con grúas.

La segunda idea de Lloyd para construir el puente considera una manera un poco diferente a la primera, intentando colocar la viga principal con grúas solamente desde el nivel superior del puente (figura 5).

Este plan es casi idéntico al otro, pero el puente presentará un aspecto ligeramente diferente y se supone que [Lloyd] espera estar en condiciones de presentar el sistema de construcción en alguna forma que se evite la patente [de su dibujante]. Estoy dispuesto a pensar que hay alguna posibilidad de superar este obstáculo mejor que cualquiera de las dos propuestas y si todo el asunto no estaba en manos de los contratistas representaría un problema interesante, pero como están las cosas tomo muy poco interés en el asunto.

Con este diseño Lloyd trazó un puente de máxima elegancia que hubiera sido único en el mundo, pero con grandes problemas de construcción como vimos en la carta de Charles Talcott. Si los planos definitivos que se usaron para el primer intento de construcción eran los de Lloyd o del puente tubular de Andrew Talcott, no se ha podido comprobar todavía.

El puente final: una solución acreditada

En 1866 constan los planos definitivos; la supervisión del proyecto queda a cargo del general H.T. Douglas. El día 26 de abril de 1866 se coloca la primera piedra para el puente (Low, 1916: 1564-1565), pero cuando ocurre un terremoto dos semanas más tarde Douglas le propone a William Cross Buchanan —entonces ya sucesor de Andrew Talcott— una solución menos peligrosa. Buchanan diseña una alternativa que es aprobada por el Ministerio de Fomento el 28 de junio de 1871 (Baz, 1977: 148). Es una construcción más sencilla, pero no menos impresionante, en un lugar más seguro y en la forma actual. La prueba de carga se efectuó en julio de 1872 y estuvo a cargo del ingeniero Buchanan. En esta construcción intervinieron, bajo la dirección de Buchanan, el ingeniero George Foot (trabajos de campo), Thomas Branniff (obras de albañilería) y como ingenieros constructores Donaldo, Murray, Hill y González Cosío (Baz, 1977: 148).

En un testimonio del año 1916 (Low, 1916: 1610) el ingeniero W.T. Ingram, uno de los ingenieros veteranos del ferrocarril mexicano sobre el puente de Metlac, pone énfasis en el hecho de que durante la revolución, todavía no concluida entonces, se destruyó un sinnúmero de puentes de ferrocarril en otras rutas, pero no entre Veracruz y México, y que el puente, planeado originalmente por Fairbairn, hubiera estado mucho más sujeto a acciones de vandalismo que el actual. En la misma carta presenta un dibujo de la propuesta de un puente tubular (figura 1).

Descripción técnica y proceso de construcción

Las vigas empleadas originalmente en los puentes del ferrocarril mexicano que se podían examinar, tienen una sección en forma de H y se componen de diferentes traversas de hierro forjado, planos y angulares, encerrando y arriostrando una hojalata, o lámina de caldera. Todos estos elementos se unieron a través de remaches, de acuerdo con el cálculo estructural de los ingenieros. Dos vigas de este tipo se conectan a través de un entramado que arriostraba la construcción. A diferencia de las vigas originales que se cambiaron por otras entre 1903 y 1910, las posteriores ya tienen perfiles de traversas más complejos y más fáciles de ensamblar. El puente más largo de todo el

trayecto es el de Metlac con sus 165,65 m de longitud total.

El puente de Metlac finalmente construido tiene 164,65 m de longitud total, salvados por una viga corrida con nueve claros que tienen 15,29 m de luz y están colocados unos 28 m sobre el fondo de la barranca. Las vigas se fabricaron en los famosos talleres de Crumlie Shops, en Gran Bretaña (Baz, 1977: 149). Cada uno de los ocho pilares intermedios de hierro fundido constaba de ocho columnas, de las cuales, las cuatro interiores se yerguen verticalmente, mientas que las cuatro exteriores tienen una inclinación de entre 1 y 8° hacia adentro, respectivamente. Las vigas de lámina reforzada que soportan los rieles tienen una altura de 1,22 m. (Garma, 1985: 53) Toda la estructura vertical y horizontal está estabilizada a través de entramados. A los dos rieles se les agregó un tercero —llamado guarda-riel— para que no se descarrilara el tren en la curva y sobre el puente. (figuras 6-8)

El primer daño grave fue causado el 18 de septiembre de 1888 por un huracán que, por la fuerza del viento y por los deslaves consecutivos en las basas, derrumbó tres pilares con 48 m de viguería, dejando inservible el puente durante los 28 días que duró la reparación. En 1912 se revistieron los pilares con mampostería para reforzar la estructura, así como los puentes de Infernillo y Wimmer. (Garma, 1985: 53)

El puente de Metlac en la actualidad

A partir de 1970 el puente presentó serios problemas de estabilidad, así que se buscaron soluciones alternativas. En 1983 se inicia la construcción del nuevo puente de Metlac (al lado del puente de la autopista Orizaba-Córdoba de los años sesenta) que se inaugura el 17 de octubre de 1985, cargando dos carriles de ferrocarril en el lugar donde Talcott, 110 años antes, querría cruzar la barranca con un puente colgante o tubular. El puente ahora realizado es uno de los más modernos: tiene 430 m de longitud y cuenta con cinco pilas de 120 m de altura máxima. La construcción de la superestructura, de concreto presforzado por el método de dobles voladizos, con dovelas de 5 m de largo y alcanzando claros hasta de 90 m, constituyó un récord mundial para puentes de doble vía férrea donde se emplearon sistemas de izaje hidráulico, carros de colado automatizados y un sistema innovador de postensado multitorón.

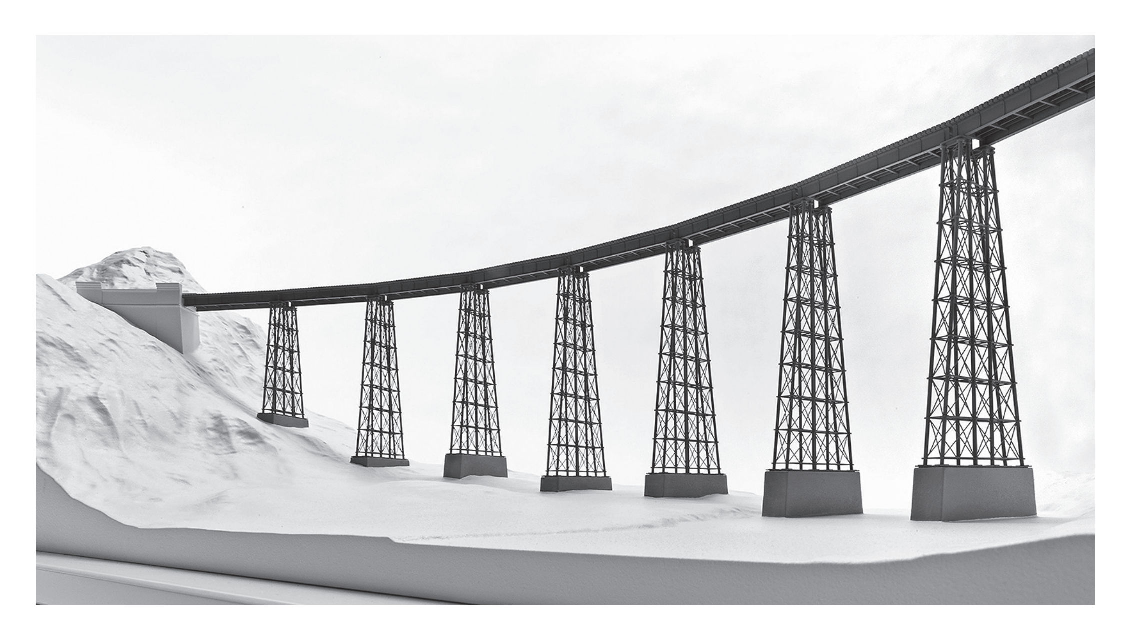


Figura 6
Maqueta del puente de Metlac en el Deutsches Museum (Deutsches Museum Munich)

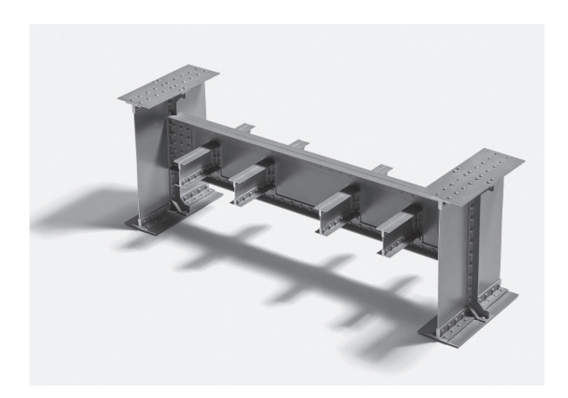


Figura 7
Maqueta de la viga principal original del puente de Metlac (Deutsches Museum Munich)



Figura 8
Fotografía de 1883 del puente de Metlac (Fototeca del CEDIF en el Museo Nacional de los Ferrocarriles Mexicanos, Puebla, 649, BNAH: 1067)

Conclusión

En esta investigación se hace un esbozo de la manera en que los ingenieros involucrados en la planificación del puente de Metlac repasaron entre ellos todas las posibilidades de construcción de su época para construir un puente técnicamente a la altura de su tiempo, que en el mejor de los casos pudo haber resultado en un puente aún más excepcional e impactante de lo que al final se habría de construir. Fue posible presentar, además, las biografías de algunos de los ingenieros y de las redes de comunicación que mantenían. Queda por investigar mucho más con respecto a otras biografías, especialmente de los mexicanos egresados de la Academia del Arte y de la Escuela Nacional de Minería.[4]

Notas

1. Inventario de la Biblioteca Santiago Méndez del 29 de febrero de 1856, AGNM, FF, vol. 4, exp. 104, f. 20, encontrado por Chapman, p. 189, nota 132.
2. Charles G. Talcott to Alfred L. Rives, May 17, 1866, Alfred Landon Rives Papers, David M. Rubenstein Rare Book & Manuscript Library, Duke University (Durham, NC), agradeciendo el apoyo y la ayuda de Dario Gasparini de la Case Western Reserve University, Cleveland, Ohio.
3. Plano y fotografía del Museo Nacional de los Ferrocarriles Mexicanos-Centro Nacional para la Preservación del Patrimonio Cultural Ferrocarrilero-Planoteca del Centro de Documentación e Investigación Ferroviarias (CEDIF).
4. Agradezco mucho la revisión del manuscrito por Elid Rafael Brindis Gómez, Lima (Perú)

Lista de Referencias

Baz, Gustavo y Gallo, Eduardo. 1977. *Historia del ferrocarril mexicano: Riqueza de México en la zona del Golfo a la Mesa Central, bajo su aspecto geológico, agrícola, manufacturero y comercial/estudios científicos, históricos y estadísticos por Gustavo Baz*. México: Planeta: 3ª edición, facsimilar de la primigenia de 1874.

Bühler, Dirk. 2009. «La construcción del ferrocarril mexicano (1837-1873). Arte e Ingeniería». En: Huerta, Santiago e.a. (Hg.): *Actas del Sexto Congreso Nacional de Historia de la Construcción* (Valencia, 21-24 de octubre de 2009). Madrid: Instituto Juan de Herrera: vol. I, pp. 243-258.

Chapman, John Gresham. 1975. *La Construcción del Ferrocarril Mexicano*. México: SepSetentas n° 209.

Fairbairn, William. 1859. *Die eisernen Träger und ihre Anwendung beim Hochbau und Brückenbau traducido al alemán por D. Brauns*. Braunschweig: Verlag der Schulbuchhandlungen.

Fairbairn, William. 1859. *Aplicación del hierro a las construcciones: suplemento.* Madrid: Imprenta de D. José C. la Peña.

Fomento Cultural Banamex, A.C. (ed.): 2001. *Museo de Arte del Estado de Veracruz*. México, D.F.: Banamex y Gobierno del Estado de Veracruz.

Garma Franco, Francisco. 1985. *Railroads in Mexico —an illustrated history—*, vol. I. Denver: Sundance Books.

García Cubas, Antonio y Castro, Casimiro. 1877. Álbum del Ferrocarril Mexicano. México, D.F.: Debray.

Humber, William. 1857. *Practical Treatise on cast and wrought Iron Bridges and Girders*. London: Spon.

Low, Emile. 1916. «A Review of the report of Andrew Talcott…» En: *Transactions of the American Society of Civil Engineers*. Paper 1371, n° LXXX, Dec. 1916, pp. 1548-1625.

Lloyd, William. 1900. *A railway pioneer: Notes by a civil engineer in Europe and America from 1838 to 1888*. London: Baines and Scarsbrook.

Anónimo. 1866. «A great railway enterprise». En: *Scientific American*, New York, July 7: p. 18.

Análisis estructural en el diseño de los primeros puentes metálicos del sudeste de España

Antonio Burgos Núñez

Orígenes y evolución de los puentes metálicos en el siglo XIX

La Revolución Industrial puso en manos de los constructores un nuevo material, el hierro. El proceso de fabricación de elementos de hierro fundido fue perfeccionándose en Inglaterra a lo largo del siglo XVIII y a finales de la centuria ya había factorías capaces de proporcionar piezas para construcciones metálicas. En 1779, entre uno de estos industriales metalúrgicos, Abraham Darby III, y el arquitecto Thomas Pritchard levantaron el puente de Coalbroookdale sobre el río Severn. Fue la primera construcción integral de hierro. Antes de 1800 ya se había extendido el empleo de columnas de fundición e introducido las primeras vigas en edificios, sobre todo industriales. Y a partir de 1820 la estructura metálica se extiende entre las construcciones arquitectónicas, principalmente en tipologías novedosas de edificios, como los invernaderos, pasajes y galerías comerciales y sobre todo en mercados y estaciones de Ferrocarril (Hitchcock 1981,183-205).

En los últimos años del XVIII el famoso ingeniero británico Thomas Telford, continuó la estela de Darby y Pritchard con varios puentes arco hechos con dovelas de fundición. A partir de 1810 empezó a introducir en Europa los puentes colgantes, una tipología inventada unos años antes en Norteamérica por James Finley (Steinman y Watson 2001,131-138).

Se construyeron muchos puentes de este tipo en las primeras décadas del siglo XIX, mientras se continuaba, principalmente en Francia y en Gran Bretaña, experimentando con puentes arco de elementos de fundición.

Pero a mediados de siglo ambas tipologías fueron relegadas por la aparición fulgurante de un nuevo modelo estructural, que a partir de entonces sería el más seguido en el diseño de los puentes.

A ello contribuyeron varios factores. Durante estos años se desarrollaron las redes ferroviarias, que precisaban de gran número de puentes y viaductos. Los puentes colgantes y de arco de fundición no respondían satisfactoriamente a las necesidades de la nueva infraestructura, por lo que se tuvieron que habilitar soluciones nuevas.

Por otro lado, sustanciales avances de la Metalurgia, realizados durante el primer tercio de siglo, permitieron abaratar sustancialmente la fabricación del hierro forjado (laminado). A partir de 1840 sustituiría a la fundición por sus mejores cualidades mecánicas, que notables ingenieros como William Fairbairn pondrían de manifiesto con estudios experimentales (Frampton 2009, 31-32)

El gran desarrollo experimentado por la Ciencia de las Estructuras en la primera mitad del siglo fue otro de los factores determinantes en la evolución de los puentes de hierro (y en la construcción metálica en general). Contribuyó especialmente el conocimiento de la flexión en las vigas, cuya teoría fue descrita rigurosamente por primera vez por Navier en 1826. (Lemoine 1986, 35).

Estos avances permitieron la aparición de la primera familia de puentes viga. Su primera y fulguran-

te materialización fue el Puente Britannia, diseñado por Stephenson (con la crucial colaboración de Fairbairn y Hodkinson) en 1849. El impacto de su viga tubular (o cajón) entre los ingenieros fue formidable, pese a que la idea no prosperó y los puentes tubulares apenas tuvieron un par de aplicaciones más (Aguiló 2008, 102-108).

En cambio, sí tendría bastante aceptación la solución de vigas de sección en doble T de alma llena, hechas con chapas de palastro roblonadas. El mismo Fairbairn las propondría como la mejor opción para luces reducidas (Fairbairn 1857, 197).

El siguiente paso, bastante predecible, en la evolución de este tipo de vigas fue la sustitución del alma maciza por una malla en celosía de diagonales tupidas, en diferentes versiones del modelo patentado por el norteamericano Town en 1820. Con esta modificación, se reducía sustancialmente el hierro empleado en las vigas sin que estas sufrieran merma de capacidad resistente. Se emplearon con asiduidad por su economía en la segunda mitad del siglo XIX (Navarro 2001, 1: 62).

Mientras tanto, en Norteamérica principalmente se desarrollaba la otra familia de vigas rectas, las trianguladas. Formadas por dos cordones longitudinales unidos por montantes y diagonales, su funcionamiento estructural es diferente al de las vigas de alma llena o las de celosía.

En el segundo tercio del siglo se registraron diversas patentes de vigas trianguladas (Howe, Pratt, Warren, Fink) que fueron regularmente aplicadas en los puentes de las líneas férreas del gran país transoceánico. En Europa su implantación sería un poco más tardía, correspondiendo las primeras y brillantes materializaciones a Nordling y Eiffel (Lemoine 2002,22-34)

Los puentes metálicos experimentaron una vertiginosa evolución en las décadas finales del siglo XIX. Nuevas tipologías (como las vigas parabólicas o bow-string, arcos articulados), originales disposiciones estructurales (vigas Gerber) y la generalización del uso del acero facilitaron la construcción de viaductos de dimensiones impensables sólo unas décadas antes (Fernández 1999,420-431).

Los primeros puentes viga metálicos españoles del siglo XIX

En España la construcción metálica apareció con cierto retraso. La pasarela en arco de la Alameda de Osuna (Madrid), construida en los años 1830, constituiría la primera obra de hierro de nuestro país. La seguirían, en la década siguiente, los puentes colgantes de los hermanos Seguin y el singular puente de Triana en Sevilla, del sistema Polonceau, (Navascués 1980, 40-41). Se iniciaba con ellos una amplia lista de realizaciones metálicas de Ingeniería, que incluiría construcciones de todo tipo (puentes, obras portuarias, faros…). En el ámbito arquitectónico, en contraste, la aplicación del hierro estuvo limitada a elementos auxiliares y siempre subordinada a la obra de fábrica (Hernando1989, 310-315). No obstante, tuvo oportunidades de mostrarse en plenitud en algunas de las nuevas tipologías arquitectónicas vinculadas a la Revolución Industrial: estaciones de Ferrocarril y mercados.

A mediados de siglo, el desarrollo de las infraestructuras de transporte terrestre, carreteras y sobre todo ferrocarriles, impulsó la construcción de gran número de puentes. Las grandes líneas ferroviarias implantadas en la década de 1860, incorporarían casi exclusivamente puentes metálicos (Burdalo y Delgado 1987, 163). La construcción de estas líneas, proyecto incluido, se confió a empresas extranjeras, principalmente francesas, que trajeron a sus propios técnicos e implementaron soluciones ya sancionadas con éxito en sus países de origen.

En las carreteras, en cambio, los puentes metálicos simultanearon con los de fábrica. Aunque mucho menos utilizados que estos últimos, más favorables económicamente para las necesidades de estas infraestructuras (Chías y Abad 1994, 221), en no pocos puntos significativos se emplearon soluciones en hierro diseñadas exclusivamente por técnicos nacionales.

El primer puente viga metálico de celosía España fue el del río Besós, en la línea férrea de Barcelona a Mataró, que se construyó en 1851 (Fernández y Sáez 2011, 57-65).

Por su parte, la línea Madrid-Alicante, terminada hacia 1859, incorporó los primeros puentes metálicos de alma llena en nuestro país. Se construyeron varios, siendo el de mayor entidad el del Jarama, de 126 m de luz en cuatro tramos (Sánchez 1860).

Del mismo tiempo son los puentes de celosía sobre el Guadalquivir (Mengibar y Alcolea), pertenecientes al ferrocarril de Manzanares a Córdoba. Por su parte, la línea de Córdoba a Sevilla tenía un puente de vigas de alma llena, también sobre el gran río andaluz, en Lora del Río.

También contemporáneo sería uno de los más famosos puentes españoles, el viaducto de la calle de Segovia en Madrid, construido con vigas de alma llena por Eugenio Barrón en 1859 (Barrón 1861).

La misma tipología se adoptaría inmediatamente en varios puentes de carretera, siendo la primera realización el puente del río Eo en Vegadeo, concebido y levantado por Salustio González Regueral (González 1861).

En 1861 se añadirían tres ejemplares más en las carreteras españolas, cuyos proyectos fueron realizados por una comisión oficial encargada de estudiar los puentes de hierro. Formada por los ingenieros de caminos Lucio del Valle, Ángel Mayo y Víctor Martí, la comisión proyectó los puentes de Zuera sobre el río Gállego, del río Víboras y de Encinas sobre el río Tormes (Sáenz 1990, 164-166).

Estas tres realizaciones culminarían el periodo de apogeo de los puentes viga de alma llena en nuestro país. Después se construirían algunos puentes más de esta clase, pero a partir de entonces la tipología preferida por los ingenieros, tanto en las carreteras como principalmente en las líneas férreas, pasaría a ser la de vigas de celosía.

La lista de puentes de este tipo es interminable. Entre los más representativos pueden citarse el de Ormáiztegui (1863), el de Mérida sobre el Guadiana (1866), los dos viaductos de Redondela (1872 y 1881), el de las Rochelas (1878) y el internacional sobre el Miño en Tuy (1879).

En la última década del siglo las celosías empezaron a dejarse de utilizar, pasando a ser las vigas trianguladas y los arcos bow-string las tipologías preferidas en ferrocarriles y carreteras, respectivamente.

La consolidación de las bases de diseño para los primeros puentes metálicos españoles

La aparición de los puentes metálicos estimuló decisivamente el estudio científico de la resistencia de los materiales y del funcionamiento de las estructuras. En la primera mitad del siglo XIX se produjeron importantes avances en este conocimiento a los que se llegó desde diferentes caminos.

Por un lado, en Gran Bretaña, país que lideraba la construcción metálica, prevaleció el estudio empírico, más acorde con el activo carácter anglosajón. Los trabajos de Rennie, Young, Barlow, Tredgold y Hodgkinson fueron especialmente trascendentes para el conocimiento de las propiedades mecánicas de la fundición (Lemoine 1986, 38). En los años 1840 William Fairbairn acrecentaría este caudal científico incorporando al hierro forjado en sus completos y vastos estudios experimentales.

Por el contrario, en Francia primó el estudio teórico, impulsado por las potentes École Polytechnique y École de Ponts et Chausées. Iniciado el estudio racional de las vigas por Galileo en el siglo XVI, en 1826 Henri Navier culminó ciento cincuenta años de estudios (Mariotte, Bernoulli, Parent, Coulomb), sentando las bases para el entendimiento racional del fenómeno de la flexión. Completarían después sus trabajos Lamé, Clapeyron, Bresse y Saint-Venant, quienes consolidaron la moderna disciplina científica de la Resistencia de Materiales (Picon 1992, 482-498). Esta teoría constituyó durante siglo y medio después el fundamento teórico para los proyectos estructurales (Heyman 1998, 45).

España se organizó según el modelo francés, emulando la organización del país vecino con el cuerpo de ingenieros de caminos. Estos técnicos del Estado, responsables de la construcción de las obras públicas a partir de 1802 (con interrupciones en el primer tercio del siglo y definitivamente a partir de 1834), recibían en el campo de las estructuras una formación procedente en su mayor parte de la tradición teórica francesa.

Una figura fundamental en la difusión en España de los fundamentos de diseño para los puentes metálicos fue el ingeniero Eduardo Saavedra (Navascués 1980, 44). Profesor desde 1853 en la Escuela de Caminos, introdujo en nuestro país algunos de los textos más importantes de las dos tradiciones, francesa y británica: escribió el primer libro español sobre la materia (Saavedra 1864), tradujo varios libros de Fairbairn, así como diversos estudios sobre puentes significativos que se publicaron en la Revista de Obras Públicas.

En el periodo inicial de los puentes metálicos en España también realizó una interesante aportación el ingeniero Pablo de Alzola. En 1870, algunos años después de construir uno de los puentes de celosía pioneros (el del Guadalhorce) publicó un tratado sobre el cálculo de las vigas rectas.

Este trabajo resulta ya bastante aclarativo de los fundamentos con que se contaba para el diseño de los puentes viga en este periodo inicial que nos ocupa.

Punto de partida básico era la consideración del comportamiento elástico de los materiales, según la teoría de Navier. De momento se consideraban sólo acciones verticales, aunque distinguiendo diferentes tipos de sobrecarga. Inicialmente supuso una gran dificultad calcular los esfuerzos en tramos continuos, pero la formulación del teorema de los tres momentos de Clapeyron facilitó la resolución del problema, que fue definitivamente solventado con la teoría de Bresse. A la usanza de otros ingenieros que se habían enfrentado en su práctica profesional con este problema, Alzola proponía su propio procedimiento organizado sobre esta base (Alzola 1870).

En cuanto a la normativa, la primera instrucción sería el pliego de 1878, aunque apenas incluía aspectos relacionados con el diseño estructural; solamente la limitación de la tensión admisible del hierro forjado a 6 kg/cm^2.

Los primeros puentes metálicos de Andalucía Oriental

En el siglo XIX la construcción de puentes vivió un periodo de auge, debido al extraordinario progreso de las infraestructuras de transporte. La construcción de carreteras originaría un incremento cuantitativo en la demanda de puentes. Pero el despliegue de los nuevos caminos de hierro añadiría un factor cualitativo, ya que esta infraestructura, más condicionada por las limitaciones geométricas, no sólo necesitaría de más puentes, sino que muchos de ellos tendrían que ser de gran envergadura (viaductos).

En España, las carreteras modernas empezaron a desarrollarse a mediados del siglo XVIII. El ambicioso plan borbónico de modernización de las infraestructuras quedó limitado en Andalucía Oriental a una única carretera nueva (el camino de Málaga a Antequera) y la adecuación de algunos itinerarios tradicionales (Jurado 1988, 67-75).

Tras un paréntesis de casi medio siglo, en la década de 1840 se reemprendió el proyecto de crear una red nacional de carreteras. En Andalucía Oriental, el sistema quedaría configurado con la ciudad Granada como nodo principal, del que partirían ejes principales a Jaén (y de esta ciudad a la conexión con la carretera de Andalucía en Bailen), a Murcia, a Málaga y a Córdoba. Completarían este esquema radial la carretera de la costa, de Málaga a Almería y la carretera Linares-Guadix-Almería. Esta red se materializó con muchas vicisitudes a largo de toda la segunda mitad del XIX, no terminándose algunos itinerarios hasta bien entrado el siglo XX (Cuéllar 2003, 102-115).

Estas carreteras del Sudeste Peninsular incluyeron desde muy pronto puentes de hierro. Dejando aparte el precedente del colgante de Mengibar (1845), los primeros proyectos en Andalucía Oriental se harían con vigas rectas.

Sin embargo, el primero de todos no pertenecería a una carretera; sería un puente urbano de la ciudad de Málaga. Por entonces, la próspera ciudad mediterránea era un dinámico polo de la Metalurgia nacional, lo que sin duda influyo para que se planteara en ella la construcción de uno de los novedosos puentes de hierro. Desde 1848 se quiso terminar con la separación ancestral de algunos de sus barrios, aislados del resto de la ciudad por el río Guadalmedina. Con tal objeto se planteó primero la implantación de un puente colgante (1848), luego un puente de vigas tubulares (1852) y finalmente un segundo puente de vigas tubulares (1859), que fue el que definitivamente se llevó a cabo (Molina 1987, 63-71).

En carreteras, los primeros proyectos datan de 1861 (Víboras, alma llena) y 1863 (Guadalhorce, celosía). Estos dos ejemplares serían los más representativos, estableciendo tendencias locales, cada uno en su tipología.

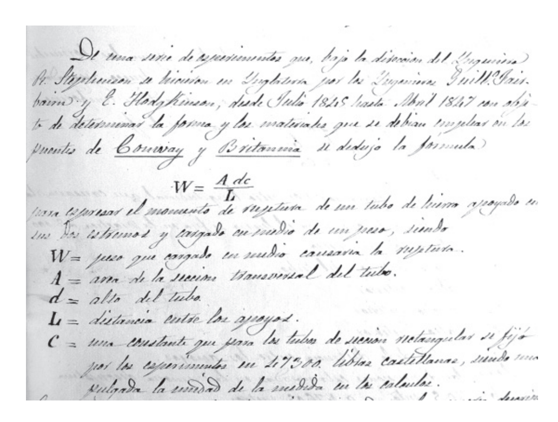
Así pues, tras la estela del puente Víboras, en la provincia de Jaén tuvieron buena aceptación las vigas de alma llena, construyéndose más adelante dos ejemplares más (sobre los ríos Guadalimar, en 1889 y Guadiel, en 1894). A principios de siglo XX, en una intervención ya anacrónica, se sumaría el puente de Galera (provincia de Granada).

En cambio en Málaga, sobre todo por la parte del litoral mediterráneo, se prefirieron las celosías (ríos Guadalhorce y Vélez). Por la carretera de la costa los puentes de hierro irían llegando hasta la provincia de Almería (puente de Adra), pero ya con la tipología de vigas trianguladas. En el interior, la única celosía de la que se tiene noticia es la del puente de Calancha sobre el Guadalquivir, construido en 1871 (Rubiato 2004, 340-342).

Las infraestructuras ferroviarias se decantaron desde el primer momento por los puentes de celosía. Tanto los de la línea Manzanares-Córdoba, como la Málaga-Córdoba y la conexión de esta última con

Granada incorporaron sólo puentes y viaductos de esta tipología.

En las décadas finales se impusieron de forma generalizada las vigas trianguladas, que en las carreteras simultanearon con arcos bow-string (y sobre todo con puentes de fábrica). Las grandes líneas ferroviarias de finales de siglo (Linares-Puente Genil, Linares-Almería, Baza-Granada) incorporaron exclusivamente vigas trianguladas. Aunque la línea Lorca-Baza, de impronta británica, alternaría puentes metálicos de vigas trianguladas con arcos de fábrica. A principios del siglo XX ya empezaron a introducirse los puentes de hormigón armado (Ferrocarriles Suburbanos de Málaga).


De una serie de experimentos que, bajo la direccion del Ingeniero R. Stephenson se hicieron en Inglaterra por los Ingenieros Guill.mo Fairbairn y E. Hodgkinson, desde Julio 1845 hasta Abril 1847 con objeto de determinar la forma y los materiales que se debian emplear en los puentes de Conway y Britannia se dedujo la formula

$$W = \frac{A\,dc}{L}$$

para expresar el momento de ruptura de un tubo de hierro apoyado en sus dos extremos y cargado en medio de un peso, siendo

W = peso que cargado en medio causaria la ruptura.
A = area de la seccion transversal del tubo.
d = alto del tubo.
L = distancia entre los apoyos.
C = una constante que para los tubos de seccion rectangular se fijó por los experimentos en 47300. libras castellanas, siendo una pulgada la unidad de la medida en los calculos.

Figura 1
Fórmula de Fairbairn empleada en la determinación de la sección transversal del puente tubular de la Alameda. Proyecto de puente de la Alameda. Archivo Histórico Provincial de Málaga. Fondo de Carreteras, signatura 25249

Cálculos estructurales de diversos puentes de Andalucía Oriental

Puente de la Alameda (o de Tetuán) sobre el Guadalmedina, en Málaga

El primer puente en este emplazamiento fue un puente de vigas tubulares construido en 1860 (hacia 1915 fue sustituido por otro puente metálico, que sería sustituido a su vez por el actual puente de hormigón en 1968). Aunque previamente, en 1852, se había presentado un primer proyecto de puente tubular que, si bien no se llegó a llevar a cabo, incluía un diseño estructural del que por su trascendencia es conveniente dar cuenta aquí.

En pleno impacto de la construcción del puente Britannia, las dos empresas metalúrgicas asentadas en Málaga crearon el ambiente propicio para que se construyese el primer puente tubular de nuestro país. La implementación de esta iniciativa pionera fue confiada al ingeniero Diego Ramírez, quien proyectó un puente de un tramo único de 66 pies (aproximadamente 20 m) de luz, formado por dos vigas de sección transversal en tubo de 66 × 36 pulgadas (aprox. 170 × 15cm) y tablero inferior.[1]

Los profusos cálculos estructurales incluían una comprobación de estas vigas principales a flexión, verificada con las fórmulas deducidas por Fairbairn y Hodgkinson para el puente Britannia (figura 1).

Esta verificación empírica se contrastaba con los valores aportados por las fórmulas de Navier para una viga biapoyada con carga continua. El proyectista calculaba también la resistencia del puente ante la acción transversal del viento, estimando que «un huracán furioso» podía originar una presión lateral de 278 kg/m^2. Incluía también una infrecuente comprobación de la dilatación por temperatura.

Este proyecto no llegó a materializarse. El puente que se construyó finalmente fue proyectado por el ingeniero Luis Gracián en 1859. Se resolvía estructuralmente en dos tramos independientes, cada uno de los cuales tenía dos vigas de 24 m de luz, apoyadas en los respectivos estribos y en una pila central de fábrica. Estas eran de sección tubular 180 × 8,5 cm, arriostradas con barras de sección en T.

Las comprobaciones estructurales se reducían a la verificación de la tensión admisible originada por la flexión, estimada con la fórmula de Navier para un tramo isostático ($M=ql^2/8$) y tomando como tensión admisible del hierro el valor de 78 N/mm^2.

Puente sobre el río Víboras en la carretera de 2º orden de Jaén a Córdoba

Este fue uno de los tres ejemplares proyectados por la comisión de puentes de hierro en 1861. Está formado por dos vigas rectas de alma llena de 60 m de luz, apoyadas en los estribos y en una pila intermedia de fábrica. El tablero es superior (figura 2).

Los cálculos estructurales sólo tuvieron en cuenta las acciones gravitatorias, siendo diseñado para una



Figura 2
Puente sobre el río Víboras en la actualidad. Término municipal de Martos (Jaén). Fotografía tomada por el autor

única combinación de su propio peso y una sobrecarga de 400 kg/m^2 repartida homogéneamente, sin alternancia, en los dos vanos (Del Valle, Martí y Mayo 1865).

Se determinó la ley de esfuerzos flectores analíticamente, en teoría clásica elástica, resolviendo el problema hiperestático de viga continua con apoyo central gracias al teorema de los Tres Momentos y su perfeccionamiento con las fórmulas de Bresse (figura 3).

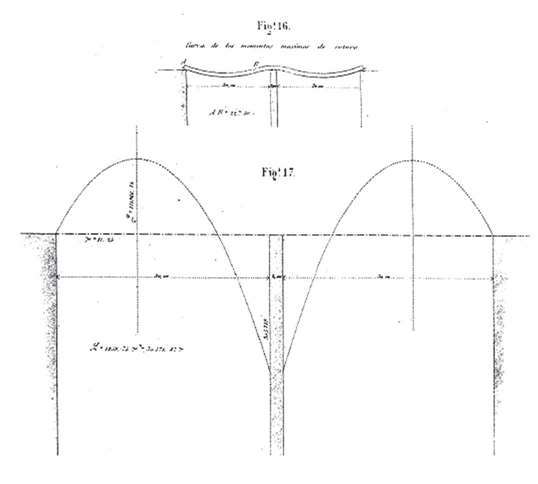


Figura 3
Ley de momentos flectores de cálculo para el diseño del puente del río Víboras. (Del Valle, Martí y Mayo 1865). Universidad de Granada. Biblioteca del Hospital Real

La sección transversal de las vigas en doble T se predimensionó con las tablas de Fairbairn. Su geometría definitiva y los espesores de los palastros se calcularon a flexión con la teoría de Navier (utilizando una fórmula simplificada en la que para el cálculo del momento de inercia no se tenía en cuenta el área del alma) y tomando como tensión admisible del hierro el valor de 60 N/mm^2 (Del Valle, Martí y Mayo 1865).

La parte metálica fue importada de Gran Bretaña, terminándose el puente en 1863. Desde entonces ha estado en servicio hasta nuestros días.

Puente sobre el río Guadalhorce en Málaga, para la carretera de 2º orden de Cádiz a Málaga por Algeciras y Marbella

Este puente fue la primera realización del famoso ingeniero Pablo de Alzola, destinado a Málaga tras finalizar sus estudios en 1863. Se trata de una obra mixta, compuesta por una zona central con tres tramos metálicos de celosía de 38 m de luz y dos zonas de avenida resueltas con cinco arcos de fábrica cada una. En la parte metálica el tablero es intermedio (figura 4).

Su proyectista cuidó la imagen del puente, pero sobre todo prestó especial atención a su diseño estructural, cumplidamente explicado en la memoria del proyecto de ejecución.[2]

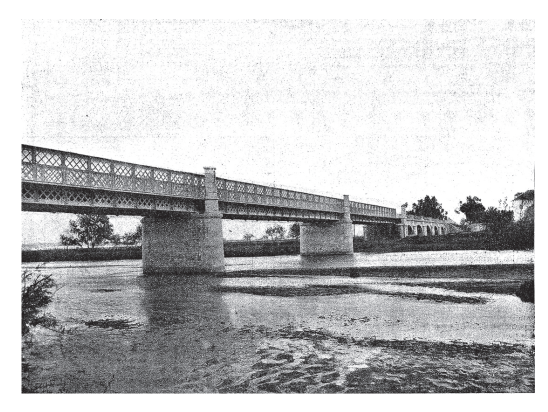
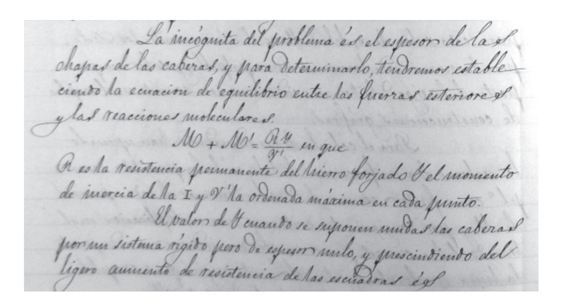


Figura 4
Puente sobre el río Guadalhorce. Fotografía incluida en el número de 2 de diciembre de 1897 de la *Revista de Obras Públicas.* Universidad de Granada. Biblioteca del Hospital Real


La incógnita del problema es el espesor de las chapas de las cabezas, y para determinarlo, tendremos estableciendo la ecuacion de equilibrio entre las fuerzas esteriores y las reacciones moleculares.

$$M + M' = \frac{RI}{v'} \text{ en que}$$

R es la resistencia permanente del hierro forjado I el momento de inercia de la I y v' la ordenada máxima en cada punto.

El valor de I cuando se suponen unidas las cabezas por un sistema rígido pero de espesor nulo, y prescindiendo del ligero aumento de resistencia de las escuadras es

Figura 5
La fórmula de Navier utilizada para calcular la sección transversal de las vigas, y determinación de su momento de inercia en el puente del Guadalhorce (M, M'= momentos flectores debidos a las cargas permanentes y a las variables). Proyecto de puente sobre el río Guadalhorce. Archivo Histórico Provincial de Málaga. Fondo de carreteras, signatura 25000

Iniciaba Alzola justificando la elección de las vigas de celosía, por consideraciones estéticas, económicas y de facilidad constructiva. En el plano estructural, dejando claro que su resistencia a flexión era prácticamente idéntica a la de las vigas de alma llena, razonaba que en el alma la disposición de barras a 45º era la que mejor respondía a los esfuerzos generados en la viga y que estos se podían calcular. En cambio, para las vigas de alma llena no se disponía de herramientas de cálculo, lo que devenía inevitablemente en un exceso de material.

En cuanto a las hipótesis de carga, argumentando que las cargas dinámicas no producían efectos significativos en un puente de carretera, resolvió el diseño para una situación de carga estática. Aunque sí que tuvo en cuenta ya la alternancia de la sobrecarga en los distintos vanos. Para simplificar los cálculos se valió del principio de la superposición de efectos, estudiando por separado los esfuerzos originados por las cargas permanentes y los generados por las cargas variables (figura 5).

Para determinar las dimensiones de las piezas de las vigas, combinaría modelos estructurales diferentes. En el dimensionamiento de las alas se valdría del análisis de vigas, con las herramientas teóricas ya descritas de Navier y Bresse. La determinación del momento de inercia de la sección transversal se hizo con bastante precisión. En cambio, para las chapas de la celosía (del alma) utilizaría un modelo de estructura articulada con algunas simplificaciones.

En 1957 se construyó un nuevo puente con losas de hormigón armado en el mismo emplazamiento. Se desmontó la parte metálica y se eliminaron sus pilas. No obstante, se aprovecharon los arcos de avenida, que quedaron integrados en el nuevo puente (Molina 1987, 190-192).

El puente sobre el río Vélez, en la carretera de 2º orden de Málaga a Almería

Principalmente por problemas con la cimentación de las pilas, este puente tuvo una azarosa ejecución, que se prolongó durante veinte años. Su proyecto principal, presentado por el ingeniero Ricardo Galbis en 1866. La amplísima sección de desagüe necesaria obligó a adoptar una configuración de cinco vanos de 30 m cada uno. Cada tramo se resolvía con dos vigas de celosía y tablero superior.

Los esfuerzos en las vigas principales se resolvieron con la ya consabida teoría de vigas continuas de Clapeyron, Bresse y Collignon (expresamente citados en la memoria del proyecto). Se contemplaron seis hipótesis de carga, teniéndose en cuenta en el diseño la posible alternancia de la sobrecarga en vanos (figura 6). Las vigas traveseras, de 5,50 m de luz se estudiaron como biapoyadas.[3]

El proyecto incorporaba así mismo un estudio de los esfuerzos cortantes, deduciendo adecuadamente la variación lineal de esta solicitación, con su máximo en los extremos de las vigas y valor nulo en el centro de sus vanos (figura 7).

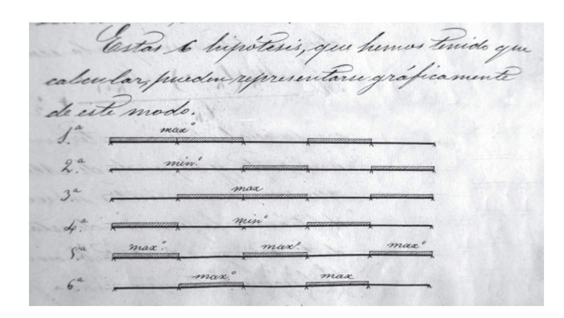


Figura 6
Hipótesis de carga para el cálculo de las vigas principales del puente de Vélez. Proyecto de 1866. Archivo Histórico Provincial de Málaga. Fondo de carreteras, signatura 24966

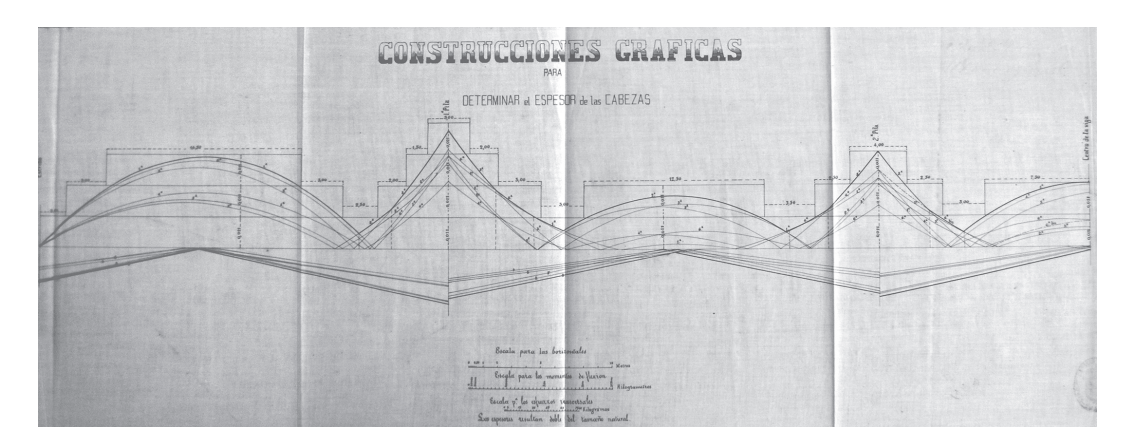


Figura 7
Representación gráfica de las leyes de flectores y cortantes en las vigas del puente de Vélez. Proyecto de 1866. Archivo Histórico Provincial de Málaga. Fondo de carreteras, signatura 24966

El proyectista proponía en correspondencia una variación lineal de los espesores de la celosía que finalmente se plasmaría en una red más tupida junto a los apoyos y más liviana en los vanos (figura 8).

Los puentes del Ferrocarril Campillos-Granada

Con el objetivo básico de transportar el carbón de la sierra cordobesa a las industrias metalúrgicas de Málaga, en 1860 comenzó el tendido de la línea ferroviaria Córdoba a Málaga, que se prolongó hasta 1865. Poco después comenzó a añadírsele un ramal desde Campilos a Granada, terminado hacia 1873 y que incluía cuatro puentes de gran entidad, resueltos todos con la tipología de vigas rectas de celosía: río Guadalhorce junto a la Peña de los Enamorados, río Plines, río Genil en Loja y viaducto del Barrancón. Este último, el de mayor entidad de todos, es el único que se conserva en la actualidad (figura 9).

Como era habitual con las infraestructuras ferroviarias, su diseño y construcción se contrató con una



Figura 8
Puente del río Vélez (Málaga). La celosía es liviana en el centro del vano y mucho más tupida en los apoyos, donde los esfuerzos cortantes (resistidos por el alma de la viga) son mayores. Fotografía tomada por el autor



Figura 9
Viaducto del Barrancón, sobre el arroyo de Río Frío. (Granada). 118 m de luz en tres tramos. Fotografía tomada por el autor

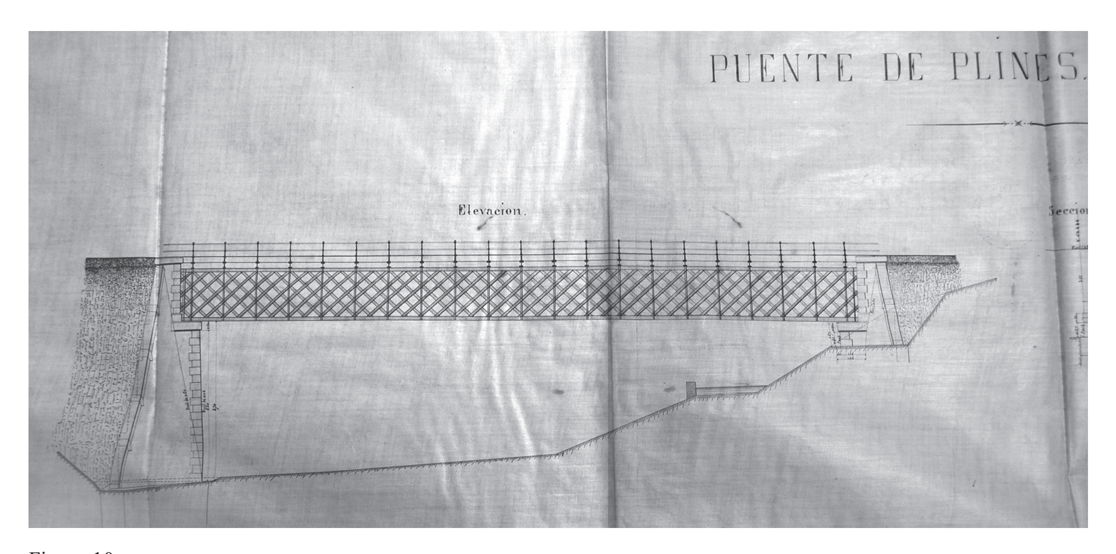


Figura 10
Alzado del puente de Plines. Fundación de los Ferrocarriles Españoles. Archivo Histórico Ferroviario, signatura A-0041-005

empresa extranjera. El ingeniero que firma todos los proyectos se apellidaba Dupuis.[4]

El puente de Plines, un sencillo vano isostático de dos vigas de 35 m de luz (figura 10), se resolvió a flexión con la fórmula de Navier. El momento máximo en el vano de $ql^2/8$ se calculó para un peso propio de 1100 kg/m y una sobrecarga de 2000 kg/m, por viga. La misma y única comprobación se hizo para las viguetas transversales. La precisa determinación del momento de inercia es uno de los aspectos destacables de sus cálculos estructurales (figura 10).

En cuanto al puente del Genil, se le practicaron las mismas comprobaciones estructurales elementales. Aunque en este caso, al tratarse de una viga continua de dos tramos de 45 m de luz, para la determinación del momento flector de cálculo se aplicó una fórmula estandarizada, tomada de algún manual al uso. Lógicamente, se adoptaron las mismas cargas que en el puente de Plines, pero en este caso se consideraron dos hipótesis de carga: sobrecarga actuando en todo lo largo de la viga o en un solo tramo.

En los dos puentes la garantía de seguridad se establecía en que no se superase la tensión de 6kg/cm^2 en ninguno de sus elementos.

Si bien no se hace mención al esfuerzo cortante en los cálculos, se tuvo en cuenta empíricamente, disponiendo refuerzos en la celosía junto a los apoyos.

Conclusiones

En lo concerniente a la estructura, los primeros puentes metálicos de Andalucía Oriental fueron diseñados racionalmente, en base a principios analíticos.

Se aplicaron tanto los fundamentos obtenidos por los ingenieros británicos en investigaciones experimentales como los desarrollos teóricos deducidos principalmente en Francia.

En el cálculo se consideraban exclusivamente acciones verticales gravitatorias, contemplándose la alternancia en vanos de la sobrecarga.

Todos los casos estudiados revelan un conocimiento preciso de los esfuerzos de flexión, calculados correctamente para vanos isostáticos y para tramos continuos. Estos esfuerzos eran considerados la solicitación determinante de diseño.

Los esfuerzos cortantes fueron tomándose en cuenta a medida que evolucionaba el conocimiento estructural.

Notas

1. El proyecto de puente tubular de diego Ramírez (1852) y el del puente laminar de Luis Gracián (1859) se conservan en el Archivo Histórico Provincial de Málaga. Fondo de Carreteras, signatura 25249.
2. El Proyecto original del Puente sobre el río Guadalhorce de Pablo de Alzola (1864) se conserva en el Archivo Histórico Provincial de Málaga. Fondo de Carreteras, signatura 25000.
3. Según quedó reflejado por el ingeniero autor del proyecto, Ricardo Galbis, en la memoria de su proyecto. Archivo Histórico Provincial de Málaga. Fondo de Carreteras, signatura 24966.
4. Se conservan los proyectos originales de los puentes sobre el Plines y sobre el río Genil en el Archivo Histórico Ferroviario, de la Fundación de los Ferrocarriles Españoles (Madrid). Las signaturas son, respectivamente, A-0041-005 y A-0041-006.

Listado de referencias

Aguiló, Miguel. 2008. *Forma y tipo en el arte de construir puentes.* Madrid: Abada Editores.

Alzola, Pablo. 1870. «Teoría del cálculo de las vigas rectas». *Revista de Obras Públicas*, 9: 1-8.

Barrón, Eugenio. 1861. «Madrid. Prolongación de la calle Bailén y puente de hierro para la de Segovia». *Revista de Obras Públicas*, 18: 1-8.

Burdalo, Soledad y Carlos Delgado. 1987. «Por fin el hierro». *MOPU,* 345: 136-165.

Cuéllar, Domingo. 2003. *Los Transportes en el Sureste Andaluz (1850-1950): Economía, Empresas y Territorio.* Madrid: Fundación de los Ferrocarriles Españoles.

Chías, Pilar y Tomás Abad. 1994. *Puentes de España.* Madrid, Fomento de Construcciones y Contratas.

Del Valle, Lucio; V. Martí y A. Mayo. 1861. «Puente de Zuera». *Revista de Obras Públicas*, 20: 2-7.

Del Valle, Lucio; V. Martí y A. Mayo. 1865. «Proyecto de un puente de hierro sobre el río Víboras para la carretera de segundo orden de Jaén a Córdoba». *Revista de Obras Públicas*, 16: 3-6

Fairbairn, William. 1857. *On the application of cast and wrought iron to building purposes.* Londres: John Weale.

Fernández, Leonardo. 1999. *Tierra sobre el agua, visión histórica universal de los puentes.* Madrid: Colegio de ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

Fernández, Leonardo y Amaya Sáenz. 2011. «Los puentes metálicos del siglo XIX en España». En *El puente de hierro de Logroño, Sagasta y las obras públicas en el siglo XIX*. Logroño: Fundación Práxedes Mateo Sagasta-Instituto de Estudios Riojanos.

Frampton, Kenneth. 2009. *Historia crítica de la Arquitectura Moderna.* Barcelona: Editorial Gustavo Gili.

González, Salustio. 1861. «Puente de hierro sobre el río Eo». *Revista de Obras Públicas*, 15: 1-8.

Hernando, Javier. 1989. *Arquitectura en España 1770-1900.* Madrid: Cátedra.

Heyman, Jacques [1989] 2004. *Análisis de Estructuras. Un estudio histórico.* Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Hitchcock, Henry-Russell. 1981. *Arquitectura de los siglos XIX y XX.* Madrid: Ediciones Cátedra.

Jurado, José. 1988. *Los caminos de Andalucía en la segunda mitad del siglo XVIII (1750-1808).* Córdoba: Servicio de publicaciones de la Universidad de Córdoba.

Lemoine, Bertrand. 1986. *L'Architecture du Fer.* Seyssel: Champ Vallon.

Lemoine, Bertrand. 2002. *Gustave Eiffel.* Madrid: Ediciones Akal.

Molina, Antonio.1987. *Descripción de seis puentes de Málaga.* Madrid: Colegio de ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

Navarro, José Ramón. 2001. *El puente moderno en España. 1850-1950*. Tomo I. Madrid: Fundación Juanelo Turriano.

Navascués, Pedro. 1980. «Arquitectura del hierro en España». *CAU,* 65: 39-59.

Picon, Antoine. 1992. *L'invention de l'ingénieur moderne. L'École des Ponts et Chaussées 1747-1851.* París: Presses de l'école nationale des Ponts et Chaussées.

Rubiato, Francisco. 2004. *Los puentes del Guadalquivir.* Madrid: Colegio de ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

Saavedra, Eduardo. 1861. «Los puentes de hierro». *Revista de Obras Públicas*, 3: 2-5.

Saavedra, Eduardo. 1864: *Teoría de los puentes colgados*. Madrid: Imprenta Nacional.

Sáenz, Fernando. 1990. *Ingenieros de caminos del siglo XIX*. Madrid: Colegio de ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

Sánchez, Joaquín. 1860. «Descripción del puente construido en el Ferro-Carril de Madrid a Alicante, sobre el río Jarama». *Revista de Obras Públicas*, 2: 5-11.

Steinman, David y Sara Watson. 2001. *Puentes y sus constructores.* Madrid: Colegio de ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

El acueducto histórico de Valladolid, hoy Morelia, México. Nuevos acercamientos a su función hidráulica y estereotomía

Juan Cabrera Aceves

La ciudad de Morelia Michoacán, ubicada en la zona central de México, fue fundada en 1541 con el nombre de «Nueva Ciudad de Mechoacán», sobre la loma de un valle llamado en lengua purépecha *Guayangareo*; para 1577 devino el nombre de Valladolid (Herrejón 1991, 39). La mayor parte de esa loma se conforma por un suelo rocoso a base de toba riolítica conocida hoy como cantera, en la cual se desplantan las cimentaciones de las edificaciones de su actual centro histórico, que es zona monumental y está inscrita en la lista del patrimonio mundial. Si bien la ciudad recién fundada estaba rodeada por dos ríos «por el sur, el río que viene de Guayangareo; y por la otra parte, hacia el norte, el otro, Grande, que viene de Tiripitío» (Mendoza 1968, 37), el agua de río solo se podía utilizar para riego agrícola o movimiento de molinos, y no sería así si se trataba de para el consumo humano, ya que contenía tierra en suspensión y su nivel del lecho del agua estaba muy inferior al de la loma en donde se desplantaba la ciudad.

Así encontramos que para 1549 grupos de indios naturales de la zona y congregados para el sitio, estaban sumamente ocupados en «la construcción del caño de Guayangareo …el cuál se comenzó a hacer de césped y barro, pero que habiéndose derrumbado por varias partes antes de que por él caminase el agua, acordaron poner canoas, siendo éstas tan grandes, que muchas veces no bastaban doscientos indios para conducir una, pues eran muchas dificultades para su transporte, porque no era raro que se llevasen desde ocho o nueve leguas de distancia» (Juárez 1982, 23).

De su historia funcional evolutiva

Antes de entrar en anotaciones histórico constructivas, aquí considero pertinente recalcar que el acueducto histórico que nos ocupa, debe concebirse como uno solo y siempre el mismo, pues ha partido desde el siglo XVI de un mismo nacimiento del agua o fuente de manantiales y la ha llevado al mismo sitio de recepción en la ciudad; un mismo objetivo cumplido en su desempeño por más de 360 años, aún con modificaciones de trayectorias al llegar al valle, manifiesta su identidad enriquecido aún más con esas transformaciones en sus etapas históricas, que no alteran su autenticidad como acueducto del siglo XVI con sus evoluciones constructivas en los tres siglos posteriores.

Es común el tener una imagen del término «acueducto histórico» como solamente una arquería que lleva un canal con agua en su parte superior; y es menos común concebir que un acueducto es un ducto que transporta agua desde una fuente o depósito hasta su lugar de consumo, y que a través de su recorrido, que ordinariamente son varias decenas de kilómetros, el ducto se va apoyando en distintos artificios constructivos, como arquerías que se usaban para lograr darle cama de paso ante una depresión topográfica, ya que el nivel de recorrido del agua dentro del ducto, que corre por gravedad, no puede tener cambios bruscos de nivel sino llevar cierta pendiente mucho muy moderada, para no golpear al mismo ducto y derramarse de él, al alterar su

velocidad. Así que también puede correr con distintos tipos de conductos, ya sea por zanjas en tierra, o canales a nivel de suelo forjados con aparejos de piedra mampuestos, o bien por arcaduces o tubos de barro recocido. La variabilidad de los sistemas constructivos en los acueductos históricos siempre se hace presente en las transformaciones a lo largo de su trayectoria física y del tiempo.

El sistema constructivo a base de canoas de madera sobre estacas y terraplenes, fue una técnica de los naturales prehispánicos. El ingenioso y complicado sistema hidráulico de la Gran Tenochtitlán, sabemos que utilizó también canales de canoas de madera ó *arcallis*, para llevar el agua de Chapultepec a la Ciudad. (Navarrete 1966). El cronista Fray Diego Durán en su «Historia de las Indias de Nueva España e islas de tierra firme», comenta al describir el acueducto prehispánico de Chapultepec que tenía barro compactado a golpes y que «en las cortaduras colocaron piezas de árboles ahuecados con fuego» (Navarrete 1966, 14). En el acueducto de Valladolid ésta técnica se impuso como solución que los españoles adoptaron, conjuntando los conocimientos de su cultura hidráulica heredada desde los romanos, pero que en ese entonces, a mediados del siglo XVI, ante la presencia de abundante madera en los bosques cercanos de Valladolid, se decidió así, como práctica solución de la suficiencia técnica que los naturales manejaban.

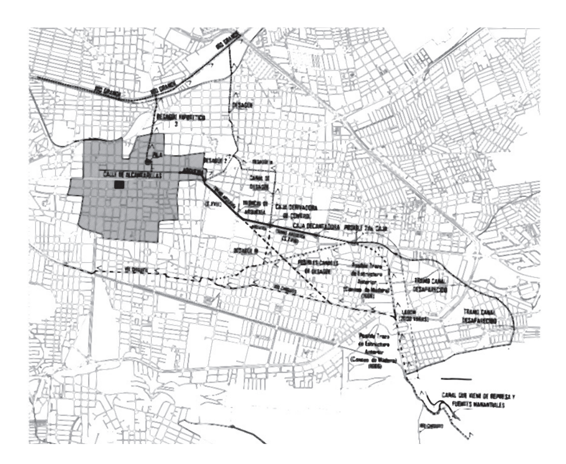


Figura 1
Mapa de la actual ciudad de Morelia con las trayectorias superpuestas del acueducto en sus trazos históricos al llegar al valle. Se señalan los dos ríos, el trazo hipotético de los que pudo haber sido el acueducto resuelto con canoas de madera, los tramos de arquería y los desagües de rebosaderos o desvíos por control del agua a los ríos. (Cabrera 2015)

En un manuscrito de Juanello Turriano, quién fuera ingeniero mayor del rey de España Felipe II, vemos que describe los «arcaduces» como tubos de barro y que al pasar por alguna depresión topográfica o acantilado, utilizaban canoas de madera como cama puente del tubo, (Laín 1996, II, 250-251); a diferencia de las canoas prehispánicas que utilizaban las mismas como canal conductor del agua a cielo abierto, y probablemente con algún tratamiento especial de sellado interior a base de fuego, y ensambladuras de unión y amarres espaciales entre cada canoa para lograr una hermética conducción.

Para finales de la tercera década del siglo XVII, se reconstruía el acueducto, encontrándose que ya se labraban seis cajas de cantería, que en la tradición constructiva funcional de los acueductos sirven para desarenar el agua, derivarla y controlar el flujo de la vena líquida que llega a la ciudad. Curiosamente en ese mismo tiempo el acueducto de Chapultepec de la ciudad de México, también se empezaba a transformar en algunos de sus tramos con arquerías de mampostería de piedra «para traerla de más alto nivel» (Juárez 1982, 41). La construcción medular de la conducción hidráulica siempre ha sido el tener el mayor gasto o volumen de agua posible y conducirla efectivamente desde un nivel más alto, para así llevarla a mayor distancia.

Para 1652 se estima que es necesario «hacer cañería cubierta con cal y canto desde la presa y toma del río hasta la atarjea que está junto a la ciudad, que hay de distancia más de tres quartos de legua» (Juárez 1982, 65), y en 1666 se registran obras consistentes en «limpias del acueducto y en poner canoas en un terraplén de más de 2000 varas, sobre el cual se ponen las dichas canoas para que pase el agua a la ciudad» (Juárez 1982, 65).

Según los datos de una nueva reconstrucción realizada en 1677 y encargada al maestro Pedro Nolasco de Guedea, las canoas tenían por medida 12 varas de largo por 1 vara de alto, – de vara de ancho y ½ vara de hueco (Juárez 1982, 65-90). En esa misma fuente, Juárez cita que eran unidas en sus extremos con «hilos de arria y clavos de tejamanil» (Juárez 1982, 66-90). Supongo que si no era necesario elevarlas a gran altura, se colocaban sobre un terraplén de barro con césped para que no se disgregara ó derrumbara fácilmente en sus taludes, además que se haba de *estaca-*

dos para su sujeción. Otro dato interesante sobre los materiales de unión de los tramos de canoas es lo vertido en el contrato de obra celebrado entre el cabildo de Valladolid y el arquitecto Nicolás López Quijano en 1731 que especifica: «Es condisión ser de quenta esta novillísima ciudad darle a dicho maestro la manteca, pelos de chivos, y cal, para ser el aula que ha de gastar en las guarnisiones de las cabezas a los caños, como así mismo todos los lasos, hilo de Campeche y miriñaque, para remeter en los ingeridos de dichas cabezas» (Juárez 1982,111). De lo anterior, pensamos que estas uniones bien pudieron ser con corte del cabezal de las canoas para un ensamble traslapado, y clavado con *clavocotes* de madera resinosa [tejamanil], y probablemente sellando las hendiduras del ensamble con manteca animal reforzada con alguna tela rígida [miñarique] cocida con hilo de Campeche y aguja de arria.

Pedro Nolasco de Guedea y Chavida, debió ser uno de los maestros prácticos en esa técnica; se sabe que fue maestro de arquitectura, carpintería y ensambladuría; (Ramírez 1987, 25-28).

Se creía que el tramo de la hermosa arquería que llega a la ciudad, correspondía a la reconstrucción que se realizó en las postrimerías del siglo XVIII, a iniciativa del ilustre obispo Fray Antonio de San Miguel, pero a partir de las investigaciones realizadas durante la intervención restaurativa de dicha arquería en 1997, en donde la documental histórica revisada y la información técnica constructiva que del inmueble se obtiene como fuente de información para su historia, pudimos constatar que la arquería data de por lo menos la tercera década del siglo XVIII, basados en varias pruebas como la observación de un plano de 1751 donde se ilustra la parte de la arquería que ya existía a su llegada a la caja terminal, al noreste de donde iniciaba la ciudad.

Aunado a lo anterior, el análisis del documento del cabildo de la ciudad, citado por Juárez, que registra la comunicación al pueblo el 17 de Mayo de 1784, que se había desplomado un tramo de veintidós arcos de la arquería, frente al bosque de San Pedro, tramo que fue claramente localizado en nuestra intervención de 1997 por el distinto trabajo visible de la mampostería en los arcos que fueron repuestos en ese tramo, con reutilización de piedra y detalles distintivos en la reconstrucción de los aparejos y las roscas de los arcos; marcas de su inicio y fin en un distinto y claro refuerzo de ese tramo al construir nuevos pilares desde sus cimientos, con una sección

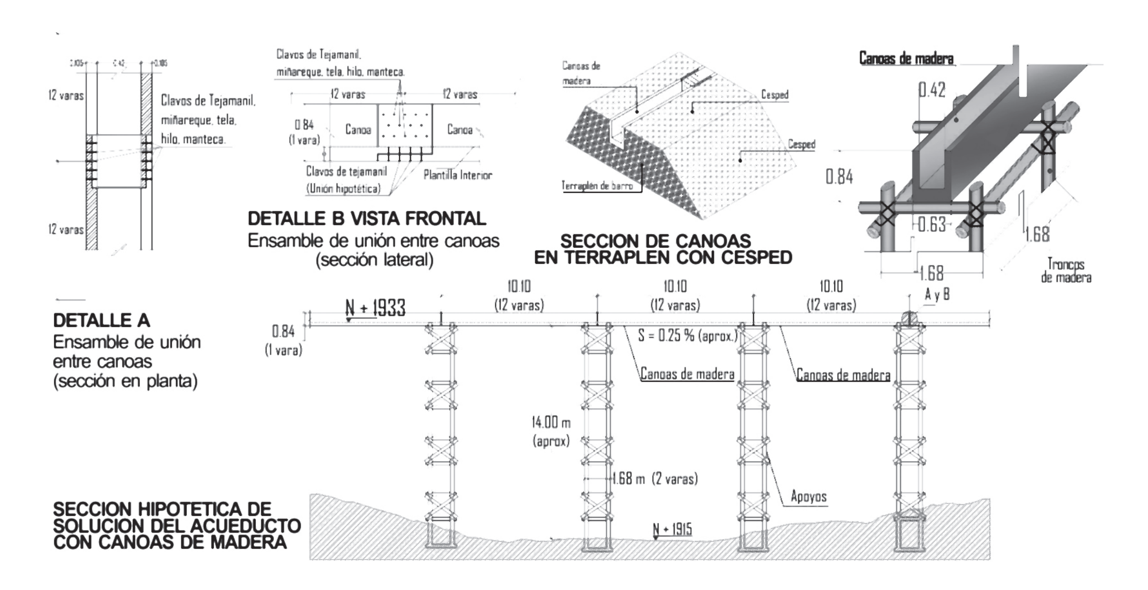


Figura 2
Elevaciones y construcción hipotética del tramo de acueducto con el sistema prehispánico de canal a base de canoas de madera (Cabrera 2015)



Figura 3
Plano de 1751 donde se aprecia la preexistencia de la arquería del acueducto antes de la intervención de 1785 (publicado en Bravo 1998)

más robusta que lleva pedestal y arcos con ritmo de luz reducida en dimensión de 61/2 varas a 4,5 varas, constituyendo esto un notable refuerzo , dada la vulnerabilidad que había tenido ante en su desplome, al parecer ocasionado por un temblor.

Fue en Octubre de 1785 que bajo la animación y parte de financiación de su propio peculio, que el obispo Fray Antonio de San Miguel, se dio a la tarea de organizar a la gente común de Valladolid, que en ese entonces pasaba una época muy difícil en la economía hasta llegar a la hambruna, que se dio trabajo a la gente, restaurando los arcos caídos y seguramente arreglaron también las fallas que tuviera el acueducto a lo largo de su histórica trayectoria.

Un dato histórico e importante para la historia técnica de este inmueble, lo es que en esa contingencia de tener que rehabilitar el paso del agua mientras se hacía la obra, tuvieron que hacer un canal provisional de emergencia a casi 9 metros de altura recurriendo nuevamente al sistema de los naturales prehispánicos de hacerlo de canoas de madera (que probablemente el tramo cercano al puerto de llegada del río al valle, citado por Juárez que fue construido con 2000 varas de canoas, aun estaría en funciones) y se registra que el 11 de Diciembre de 1786 el Regidor Provincial Don Isidro Huarte expuso al cabildo la necesidad de «mudar la cajonería que sirve para la conducción de agua en la parte que no hay arcos, por estarse construyendo éstos para derrivar los viejos, y que se anivele con los nuevos, y en el interior se suspenda el curso del agua por un corto término» (Juárez 1986, 68). Así constatamos la presencia histórica de esta técnica ahora mestiza a finales del siglo XVIII en una obra que rebasaba los 200 años de funcionamiento.

De su función hidráulica.

La función principal de esta magna obra por supuesto es la hidráulica. Los cálculos elementales que en él se ocupan, datan de autores del siglo XIX, pero nos son verdaderamente útiles para tener una comprensión de su propósito, y el edificio en su lectura cuidadosa nos enseña las particularidades de su funcionamiento, incluso de sus fallas o deficiencias con las que pudo haber navegado.

Bravo escribe a partir de sencillos cálculos que ingenieros de finales del siglo XIX hicieron que solo arquería tiene una longitud de 1.810 m y 253 arcos (en la restauración de 1997 encontramos otros 9 arcos más pequeños en el extremo oriente), y con un tramo de 222 m de muro macizo en el extremo poniente con el canal soterrado hasta la caja terminal distribuidora (ya no existente, solo vista en planos), del agua a las tuberías de barro que llevaban su conductor principal a las demás calles de la ciudad por la de mayor altitud de la ciudad llamada (calle de las Alcantarillas, hoy calle de Aquiles Serdán).

El desnivel de altura del arco más alto lo encontramos a 9,24m, desde la plantilla del canal hasta el piso de la calle. El desnivel entre los extremos de la plantilla del canal que está solo sobre la arquería es de 2,92m, por lo cual, Bravo encuentra que aunque la pendiente resulta del 0,14%, las cuidadosas mediciones que hizo en 1998, dieron como resultado que la pendiente varía en los distintos tramos del canal de la arquería, de manera descendente en 0,25% a 0,05% a medida que se detiene el agua al ir llegando al tramo terminal en la ciudad, lo cual es congruente con los sobrealzados que se dan en los muretes del canal en esos tramos, que van de 50 a 80 y 90 cm por su interior, evitando así que al bajar la velocidad del agua

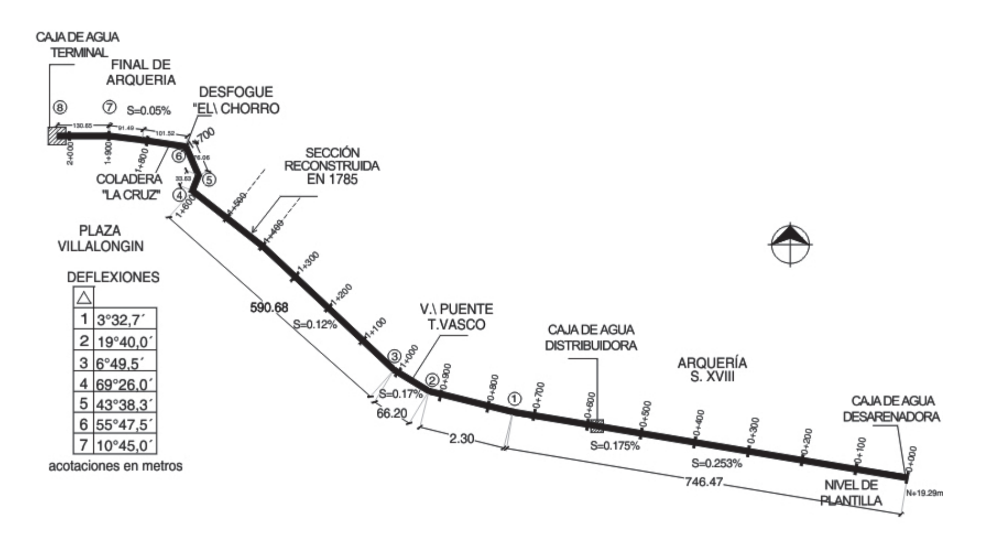


Figura 4
Trazo en planta del eje del canal con sus deflexiones sobre la arquería publicado en (Bravo 98,11), con adiciones de información por el autor, (Cabrera 2015) de los niveles, pendientes y el tramo reconstruido en 1785

no solo por la pendiente sino también por los quiebres cerrados al llegar a la plaza de Villalongín, el tirante de agua suba demasiado y llegue a derramarse, ya que existen aún sobrealzados posteriores ya de dos o tres hiladas de ladrillo. Se estimó que el caudal del canal es capaz de conducir aproximadamente 90 litros/segundo. Bravo estima que a finales del siglo XVIII y buena parte del XIX, la ciudad consumía 24,4 l/seg en las mercedes de agua particulares y 12,6 l/seg para abastecer las pilas públicas, que en suma, esos 37,0 l/seg, que a finales del siglo XIX, con una población de 30 mil habitantes permitía proporcionar una dotación de 107 l por habitante y por día (Bravo 1998,16-27). El complemento restante, o sea 53 l/seg, era destinado a las mercedes de las fábricas y los usos agrícolas de varias quintas, haciendas y conventos que se ubicaban al paso de la trayectoria del canal antes y durante la arquería.

Ya en el siglo XIX, encontramos rastros de varias mercedes menores en perforaciones de tuberías de hierro a cierta altura de los muros del canal, que eran horadadas estratégicamente para que a cierto nivel del llenado del tirante de agua y pudieran abastecerse de al mantenerlas sumergidas en la vena líquida. Lo anterior implica un trabajo particularmente especial de cañeros que operaban en el canal y las cajas de agua estos flujos a través de compuertas de rebosaderos de descarga y de derivación a las mercedes importantes. Existe un arranque truncado de una pequeña arquería de menor jerarquía y dimensiones en el crucero de las calles Tata Vasco y Ventura Puente, que ha llamado la atención a muchos, ya que es sugerente de un segundo ramal de arquería, pero el autor considera basado en planos históricos que fue una merced secundaria y de muy corta distancia que surtía el líquido a una pila o fuente que se encontraba al centro de una alameda anterior que se ubicaba en lo que hoy es la Plaza Morelos.

Por lo que respecta a los caudales de suministros, Bravo toma de otras fuentes la necesidad que había

en el siglo XVIII para estandarizar los términos hidráulicos relativos a la cuantía ó caudal de las mercedes, y menciona como datos las siguientes equivalencias:

- 1 paja de agua equivalente a una libra ó cuartillo de líquido en un minuto, e igual a 0,0077 l/seg;
- 5 pajas de agua era la mínima dotación a particulares, equivalente a 0,0385 l/seg, ó 3.32 m^3/día.
- 1 real de agua se suministraba equivalente a una sección circular de tubería de 2,5cm de diámetro e igual a 18 pajas; 0,1386 l/seg e igual a 12 m^3/dia.
- ½ buey de agua equivalía a 24 surcos en 79,5 l/seg e igual a 6.869 m^3/día.
- 1 naranja de agua en una sección circular de tubería de 7,5 cm de diámetro.(Bravo 1998).



Figura 5
Ranuras de compuerta en el rebosadero conocido como «el chorro», que ilustra el sistema de control del flujo del agua que entraba a la ciudad , las mercedes particulares y los desagües al río (foto del autor publicada por Bravo 1998)

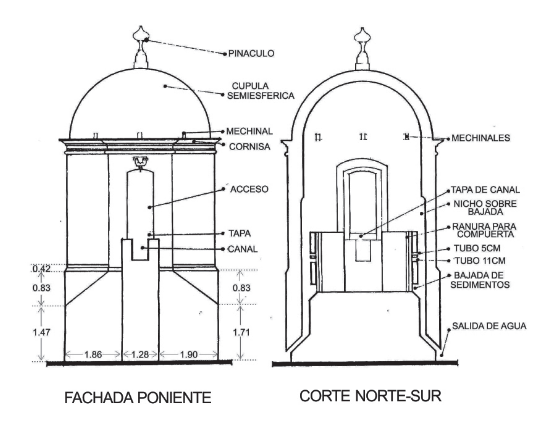
Es de hacer notar que el área interior del canal, tanto en el sistema de canoas de madera como en el canal de piedra a cal y canto, son aproximadamente iguales, dado que la plantilla en ambos casos tiene un ancho de ½ vara, y la altura interior de los muretes es variable de 49 a 77 cm en el canal de piedra y de 63 cm en el caso del canal de canoas.

El Acueducto del Padre Tembleque, construido en el siglo XVI, que atraviesa los estados de Hidalgo y de México, tenía un canal de 36 cm de ancho por 20 cm de altura, con una pendiente promedio del 0.52% y un caudal de 2.500 m^3/día. (Santoyo y Ovando; Gómez 2014), aproximado a la tercera parte del Acueducto de Valladolid.

Las cajas de agua.

Los únicos dos receptáculos que quedan en la arquería, tenían funciones específicas muy claras. La situada en el extremo oriente de la arquería servía para desarenar o retener en una trampa o foso bajo las partículas sólidas y sedimentos arrastrados por el flujo del agua y la otra (ubicada frente a lo que fue el antiguo fraccionamiento Los Viñedos), tenía varias funciones como el poder de desviar el agua por medio de ingenioso sistema de compuertas, hacia dos salidas laterales, (norte y sur), a fin de poder parar el flujo del agua desde ahí hasta la ciudad y poder reparar algún desperfecto del canal sobre la arquería, instalar otra toma de tubería a las paredes del canal, y lo más importante y no bien conocido aún, controlar el tirante de agua en el canal para mercedar con otras compuertas, mercedes originales que bajaban por tuberías de barro insertas en contrafuertes o estribos aparentes que están adosados a la arquería por ambas caras de sus lados.

Bravo estima la existencia de 4 cajas de agua en el acueducto; una hoy destruida situada cerca de la actual calle Ramírez Miguel, la otra en el comienzo de la arquería, la caja de control en una estructura hermosa y elegante a manera de torreón con cubierta cupular, y la otra distribuidora también destruida al final del canal en la calle Aquiles Serdán a la altura de la esquina con la calle Doctor Miguel Silva, pero por razones de sus funciones hidráulicas y lo largo de la cañería debieron existir más de 4, a lo largo del canal de la arquería hasta la presa; la necesidad de poder desviar el agua al río chiquito, cuando había que re-



ACUEDUCTO MORELIA-CAJA DERIVADORA DE CONTROL

Figura 6
Corte y fachada de la caja de agua distribuidora y de control, a base de exclusa con compuertas para salidas laterales (mediciones y dibujos del autor Cabrera, Ettinger y Armas 1998)

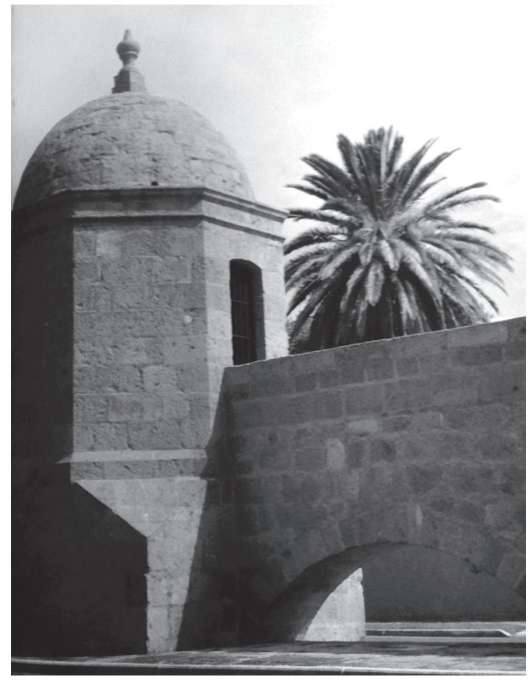


Figura 7
Foto que ilustra el perfil sur de la caja de agua distribuidora y de control (foto de J. A. Romo, publicada por Esperanza Ramirez 1998)

parar desperfectos o controlar los niveles del agua en determinados tramos. Simplemente al comienzo de la arquería, en la caja desarenadora, no encontramos orificios de salidas laterales y debía haber otra caja de desvío poco antes de ésta, para poder controlar el flujo del canal de la caja inicial de la arquería a la caja distribuidora de control. También en la figura 1 el autor propone varios trazos hipotéticos tanto de la posible ubicación de las cajas necesarias y faltantes a la información actual y sus desagües, y el posible trazo de lo que fue el tramo de canal con canoas de madera descrito en 1666 para que pasara el agua a la ciudad, basado en los niveles obtenidos de la topografía del lugar.

De su configuración estructural y materiales

La cultura constructiva de tipo estructural de los acueductos viene en el paquete de lectura de su trazo, forma y dimensionamiento, y en nuestra arquería no es la excepción. La estabilidad es una preocupación constante. El famoso y bello acueducto de Segovia en España, monumento con características diferentes al que aquí nos ocupa, ya que se constituye de mampostería de granito aparejada a hueso sin mortero de unión y que su arquería llega a tener alturas de 30m, en 1964 fue relativamente preocupante el riesgo estructural, tanto por la degradación de algunos sillares, como por el asentamiento de algunos pilares en el suelo sujetos a remociones por humedad. (Ramírez 1992, 45).

En el acueducto de Morelia podemos observar que los tramos rectos y largos, no son tan rectos, pues presentan leves deflexiones que no se notan salvo en su vista superior; tales deflexiones que se compensan de un lado a otro, no tendrían razón de ser en un tramo largo que vuelve a su eje si no es por la razón estructural de afianzar su estabilidad contra una tendencia al volteo característica de una gran longitud sin juntas constructivas, como sucede comúnmente en las bardas; la gran longitud de un tramo que no está obligado a cambiar bruscamente de dirección se ve fortalecido con esos quiebres suaves que le proporcionan mayor amplitud a su inercia de contrarresto al volteo, y además bajarían un poco la velocidad

del agua, sin embargo, éste último efecto no le es tan importante a nuestro caso, pues para tal motivo interfieren las deflexiones más importantes a su llegada a la plaza terminal, así como los controles en las cajas de agua y lo reducido de la pendiente.

Los estribos o contrafuertes que se disponen como contrarrestos al desplazamiento lateral, el cambio dimensional de pilares y luz de los arcos en los tramos que ya habían tenido falla, la relación de esbeltez respecto de su altura en los tramos más altos, la reducción de la altura y luz de los arcos extremos que empotran la arquería con mayor sección de contacto con la caja de agua distribuidora, y con la deflexión mayor que da vuela a 69 grados al llegar a la plaza Villalongín, constituyen la lectura de su diseño y dimensionamiento que atiende a la intuición y sapiencia de trabajo estructural, por quienes trazaron la arquería.

De su estereotomía, piedra y mortero de unión

De los trabajos de análisis e investigación de los materiales componentes del acueducto de Morelia, realizados en 1997, se encontró que la mampostería se constituye por piedra de *toba riolítica*, que provenía de un paraje cercano ha llamado Atapaneo en la periferia noreste de la ciudad (Esta piedra es una ignimbrita ácida originada por coladas volcánicas compuesta por el 51% de fragmentos vítreos y el resto son cristales de feldespatos y cuarzo. Se degrada levemente por el intemperismo produciendo pumicita y cristobalita, aunque éste intemperismo en el caso que nos ocupa es de épocas geológicas).

El mortero o mezcla que une a la mampostería contiene cal apagada, que provenía de unos yacimientos de un pueblo llamado *Etúcuaro*, y arena de un arroyo de una hacienda llamada del Rincón. La Universidad Michoacana determinó en el análisis químico realizado al mortero, que contiene sílice en forma de cuarzo, carbonato de calcio, así como algunas fibras vegetales y animales, que en términos químicos son carbonato de calcio al 15,88% en peso, carbonato de magnesio al 1,73%, óxido de fierro al 8,66% y arena sílica al 74%; en el microscopio se observó lana de borrego [pudo ser de chivo], dispersa en la matriz del mortero.(Cabrera 1998, 46-73).

El corte, diseño y colocación de las piezas de cantería, constituyen un verdadero arte que conjuga la cultura española con el trabajo de construcción de los naturales en la arquitectura novohispana del siglo XVI, sin embargo, la montea de las piezas de los ele-

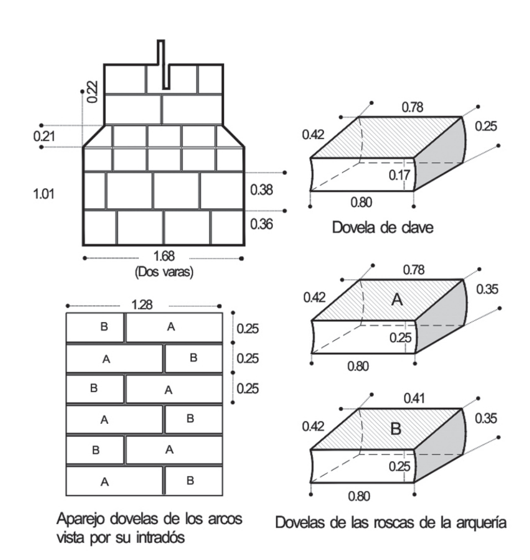


Figura 8
Detalle del corte y montea de las piedras en los arcos y pilares (Cabrera 2015)

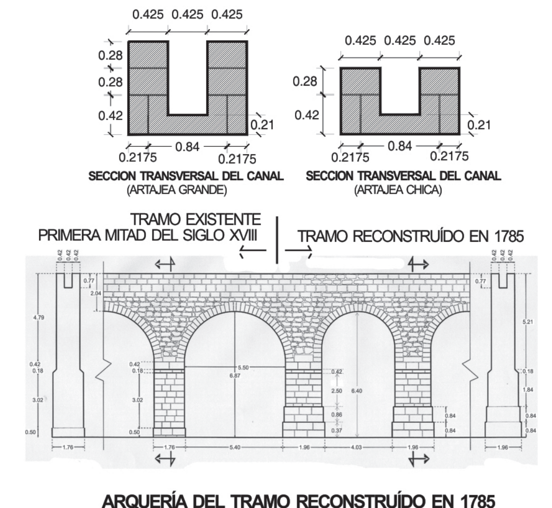


Figura 9
Aparejos y dimensiones del canal y de los arcos y pilares que corresponden a la unión del tramo reconstruido en 1785

mentos de cantería de la arquería del acueducto de Morelia, ya en el siglo XVIII, constituyen la maestría de los experimentados arquitectos y canteros españoles y mestizos que ya habían construido la ciudad, en los siglos anteriores y habían dejado una herencia de oficios en las generaciones que lo hicieron en este acueducto, en un carácter del barroco sobrio y elegante para una obra utilitaria.

Después de hablar de un dimensionamiento adecuado como ya aquí se ha descrito, surgen la preparación de sus piedras componentes para los pilares, las roscas de los arcos acorde a un sistema constructivo, un antepecho de enrase y ajuste a la pendiente proyectada como cama del canal, y las piedras componentes del canal, en un ritmo muy bien logrado, con quiebres en su trazo longitudinal bien calculados, contrafuertes o estribos de la misma arquería situados donde se ocupan, etc.



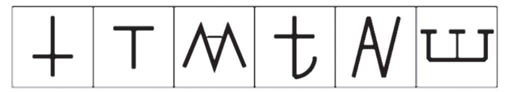
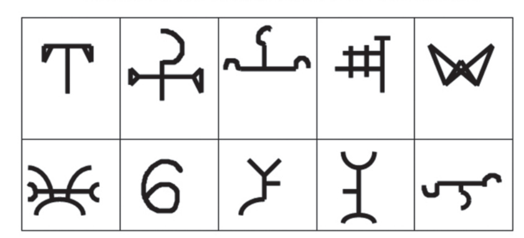


Figura 10
Marcas labradas encontradas en el tramo de arquería entre las calles Vicente Suárez y Ventura Puente (Ettinger 1998; Cabrera 2015)

Marcas de cantero en la piedra.

La detallada observación de la cantería de la piedra en la arquería, una vez efectuada la limpieza de la misma en la restauración de 1997, permitió ver con cierta claridad el uso de marcas grabadas o labradas en la piedra, así como otras pintadas, cuyo objetivo pudo ser la identificación de las mismas por los gremios de canteros locales para cuantificar su paga, pero también algunas otras para indicar cierta posición de la piedra en la estereotomía de sus aparejos, inclusive el indicar si era pieza de arranque de un arco, angular de algún pilar, e incluso, sobre todo en las marcas pintadas, algún hecho notable del sitio con más significado, como la muerte de algún obrero, alguna contingencia de la obra relacionada con el espíritu religioso, o dedicación a la virgen, que fue el caso del patronazgo del acueducto, dedicado a Santa María de los Urdiales, a finales del Siglo XVIII. Es curioso que la tipología de los glifos encontrada es muy variada y peculiar, ya que más que letras hispanas ó indígenas, parecen símbolos con cierta semejanza a la tipología encontrada en monumentos provenientes de los gremios medievales.

Estas marcas o firmas de canteros varían en su tipo en los distintos tramos de la arquería del acueducto, probablemente debido a las distintas etapas constructivas que tuvo durante su historia, encontrándose mayor cantidad y variedad de marcas labradas respecto a las marcas pintadas. En su mayor parte se encuentran sobre la hilada que corresponde al nivel del ducto de agua, o bien a la hilada superior a ésta (Ettinger 2000, 72-79).



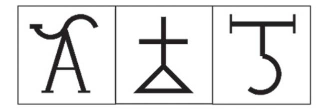


Figura 11
Marcas labradas encontradas en los tramos cercanos a la plaza de Villalongín (Ettinger 1998; Cabrera 2015)



Figura 12
Foto vista superior del tramo de arquería frente al antiguo bosque de San Pedro (foto de J. A.Romo, publicada por Esperanza Ramirez 1998)



Figura 13
Foto del canal del acueducto aún en funciones sobre la arquería en el tramo de las actuales calles de Vicente Suárez y Ventura Puente, a finales del siglo XIX (archivo de J. Antonio Romo)

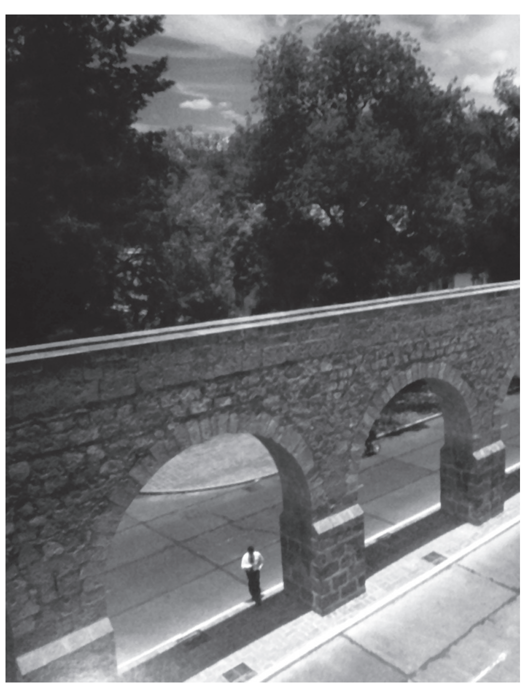


Figura 14
Foto vista lateral del acueducto en el extremo poniente del tramo restaurado en 1785

Ettinger ha distinguido una clasificación de las marcas encontradas relacionadas precisamente a los tramos que sugieren distintas etapas constructivas, entrando en congruencia con lo razonado en este trabajo, y que constituyen de entrada una herramienta para de esa lectura de periodo constructivo y estereotomía de posición, abriendo también otra línea de investigación para la posible relación que por su tipología pudiera existir con la herencia de generaciones de canteros que provienen de la edad media europea. Hoy agregamos a las marcas registradas por Ettinger, 10 nuevas marcas encontradas.

Conclusión

El autor espera que lo aquí expuesto, sirva al mayor y mejor entendimiento del Acueducto histórico de Valladolid, hoy Morelia en México, monumento utilitario que sirvió a la ciudad por más de 350 años, y

cuya observación cuidadosa y conocimiento detallado de la obra, aún no completado, se identifique con un lugar en la historia de dos culturas que se complementaron en sus conocimientos constructivos, y lograron grandes obras como ésta.

Lista de referencias.

Bravo, Carlos 1998. «Los cuatro acueductos de Valladolid de Michoacán», en *El Acueducto de Morelia,* editado por Universidad Michoacana y otros, México.

Cabrera, Juan. 1998. «Restauración de 1997». en *El Acueducto de Morelia*, editado por Universidad Michoacana y otros, 46-73 México

Ettinger, Catherine y Cabrera J., 2000. «El monumento como documento para su historia», revista *Loggia*, No. 10, editada por Universidad Politécnica de Valencia, 72-79. España.

Herrejón, Carlos. 1991. *Los orígenes de Guayangareo-Valladolid*, editado por El Colegio de Michoacán, 37-39 México.

Juárez, Carlos.1982. *Morelia y su Acueducto, Sociedad y Arte*, editado por Universidad Michoacana, Instituto Investigaciones Históricas, 23-111. México.

Laín, Pedro. 1996. *Los veintiún libros de los ingenios y máquinas de Juanelo Turriano*, 8:2: *De la diferencia que hay que llevar de las fuentes,* editado por Fundación Juanelo Turriano 250-251, España.

Mendoza, Justo. 1968. *Morelia en 1873. Su historia, su topografía, su estadística*, editado por Fimax, Morelia, México.

Navarrete, Sylvia. 1966. *Acueductos de México*, editado por Banobras, 14. México.

Ramírez, Aurelio.1992. *Supervivencia de una obra hidráulica. El acueducto de Segovia*, editado por el Colegio de Caminos, Canales y Puertos,45. España.

Ramírez, Mina. 1987, *La escuadra y el cincel*, editado por la UNAM, 25-28. México.

La conoscenza delle tecniche costruttive alla fine del XIX secolo attraverso la ricerca d'archivio

Carlos Alberto Cacciavillani
Claudio Mazzanti

Alla fine del XIX secolo l'economia italiana sperimenta il passaggio dalla fase artigianale a quella industriale; il settore delle costruzioni, sollecitato dai bisogni della nuova società e dalla disponibilità di materiali e tecniche innovative, si espande e si specializza. Muta in questo periodo la figura del progettista, che ora appare in grado di tradurre le scoperte e le innovazioni tecniche in opere a servizio di una migliore qualità di vita.

In tale complesso panorama di permanenze culturali e di nuove acquisizioni, si consolida la pubblicistica tecnica: parallelamente alle riedizioni dei trattati classici nascono e si affermano i periodici e la manualistica, tipo di pubblicistica specializzata rivolta soprattutto ai professionisti. La meccanizzazione della produzione mette a disposizione nuovi materiali e tecniche sulla base delle scoperte scientifiche e delle numerose invenzioni che portano negli edifici impianti tecnologici sempre più sofisticati; sono quindi necessarie competenze aggiornate e approfondite, con competenze in settori anche molto differenti fra loro.

Al fine di approfondire la conoscenza delle tecniche costruttive in Italia tra l'Unità Nazionale e i primi anni del Novecento, parallelamente allo studio della manualistica tecnica è interessante l'analisi dei diversi tipi di documenti inerenti l'attività edilizia, conservati negli archivi; oltre ai progetti originari, grande importanza hanno i capitolati d'appalto, le perizie e i computi metrici dei principali cantieri dell'epoca.

Una vicenda particolarmente significativa risulta essere la trasformazione urbana di Taranto, già allora sede di uno dei più strategici porti della Puglia e, in generale, dell'Italia meridionale.

Nel 1860 Taranto occupa soltanto il limitato promontorio compreso tra il Mar Piccolo e il Mar Grande, il ponte di Porta Napoli e l'insenatura poi trasformata nell'attuale canale navigabile. Il centro abitato sino a quella data è interamente attorniato da una cinta di difesa costituita da massicce mura, che costringono la popolazione in uno spazio angusto ed insufficiente. Nel 1865 il Governo Nazionale concede la possibilità di espandere l'edilizia residenziale al di fuori del perimetro della Città Vecchia. Nello stesso anno l'Amministrazione Comunale delibera la stesura di un Piano di Ampliamento, che prevede la realizzazione di due nuovi sobborghi limitrofi, di cui quello orientale è comunemente denominato il *Borgo*.

Nel 1882, con Regio Decreto, viene decisa l'installazione a Taranto di un'importante base navale militare, con la costruzione dell'annesso Arsenale su una sponda del Mar Piccolo; viene allargato il fossato del Castello Aragonese, aumentandone anche la profondità per rendere possibile l'accesso alle navi da guerra, con la costruzione di un nuovo ponte metallico girevole. Negli anni a seguire, l'insediamento militare condiziona la struttura sociale e lo sviluppo urbano di Taranto, che registra un considerevole aumento demografico.

L'espansione della città, con il conseguente cospicuo incremento edilizio, viene prevista al fine di ri-

solvere il sovrappopolamento e le conseguenti pessime condizioni igieniche dell'agglomerato, costretto dalle mura di una fortezza ormai troppo piccola. L'intento viene perseguito attraverso il progetto dell'architetto Davide Conversano: si procede ad assegnare i lotti edificabili, sui quali erigere le nuove costruzioni, destinate in gran parte alle classi più abbienti. Si tratta prevalentemente di palazzi con pianta quadrata e cortile centrale.

I diversi capitolati d'appalto conservati nell'Archivio Storico Comunale, testimonianza diretta dell'intenso processo edificatorio di Taranto dalla fine del XIX secolo, risultano oggi rilevanti per la conoscenza delle tecniche costruttive e delle attività di cantiere di tale fase storica, contraddistinta dal passaggio da una fabbricazione di tipo tradizionale a quella moderna. Di particolare interesse, ad esempio, è il Capitolato d'Appalto relativo alle opere di sopraelevazione di uno degli edifici più importanti del quartiere Borgo di Taranto, l'attuale Palazzo degli Uffici: originariamente era l'Orfanatrofio Militare (figura 1), opera architettonica che già nel testo della *Relazione* del Piano Conversano viene definita come «base alla disposizione delle strade e contrade del sobborgo orientale, le quali perciò riescono tutte parallele ai suoi lati».

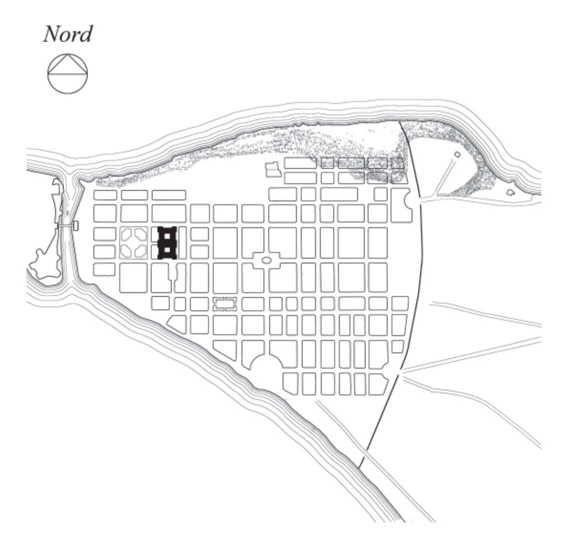


Figura 1
Individuazione dell'Orfanatrofio Militare nello schema planimetrico del Piano di Ampliamento della città di Taranto, redatto dall'arch. D. Conversano

Relativamente all'Orfanatrofio esistono anche altri documenti che testimoniano le diverse necessità pratiche attinenti la costruzione, ad esempio diversi libretti di cantiere nei quali sono riportate dettagliate descrizioni dei lavori da eseguirsi, con le indicazioni dei materiali e delle modalità di esecuzione.

Altre informazioni, anch'esse molto interessanti, sono quelle inerenti lo stato di consistenza del palaz-



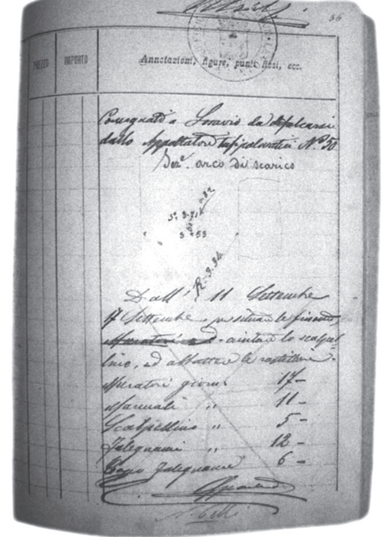


Figura 2
Libretti di cantiere dell'Orfanatrofio, che contengono annotazioni della Direzione dei Lavori e dell'impresa esecutrice le opere (Archivio Storico Comunale di Taranto, Catalogo V, busta 53)

zo di proprietà del conte D'Ayala Valva, deducibili dalla *Relazione* allegata all'atto di vendita stipulato nel 1915 con la Marina Militare; in questo documento vengono descritti i materiali con cui è realizzato ogni ambiente dell'edificio, dai pavimenti ai solai, dagli intonaci alle porte. Ugualmente significative sono la perizia del Palazzo Savino, oggi Ameglio, eseguita da un incaricato del Tribunale di Taranto, nonché le numerose relazioni tecniche allegate ai vari progetti conservati presso l'archivio della Commissione Edilizia del Comune.

Attraverso lo studio di tutti questi documenti, è possibile porre l'attenzione soprattutto sulla descrizione di attività, che in alcuni casi non appaiono conformi rispetto alle più generali indicazioni teoriche desunte dalla coeva manualistica: particolarmente utili, in tal senso, sono i *Diari del cantiere*, ossia le relazioni scritte quotidianamente dal direttore dei lavori, che permettono di conoscere con estrema precisione la qualità, quantità e provenienza di tutti i materiali da costruzione. Per la esecuzione della muratura, ad esempio, si registra un diffuso utilizzo di un tipo di pietra calcarea, accuratamente squadrata, della quale è sempre segnalata la cava di provenienza: sono elementi lapidei di facile lavorazione comunemente denominate *tufi* con i quali, ancora all'inizio del XX secolo, viene prevalentemente realizzata la gran parte delle opere murarie.

I capitolati d'appalto relativi all'Orfanotrofio, redatti fra il 1893 e il 1894, sono probabilmente i più importanti documenti di questo tipo, del periodo storico preso in esame, per la completezza e la minuziosità delle indicazioni rivolte all'impresa esecutrice l'opera. Risultano, inoltre, di particolare interesse perché insieme ad essi sono conservati i già citati libretti che testimoniano la realtà della pratica al cospetto della teoria, cioè le relazioni scritte quotidianamente dal direttore dei lavori; quest'ultimo è la figura istituzionale, rappresentante il Municipio di Taranto. Tali annotazioni descrivono con estrema precisione l'avanzamento lavori, ma anche tutte le problematiche incorse, in varie occasioni, fra la committenza pubblica e l'impresa aggiudicataria delle opere. In particolare, ci sono annotazioni sui diverbi in merito all'uso da parte dei costruttori di materiali non provenienti dai luoghi precisati nel capitolato: tali discussioni si acuiscono soprattutto a seguito del crollo di una porzione d'angolo dell'edificio, ancora in fase di cantiere. È così possibile conoscere, come accennato precedentemente, le cava di estrazione e l'origine dei prodotti impiegati, ma soprattutto la qualità che gli stessi avrebbero dovuto avere secondo le prescrizioni dell'appalto; tali caratteristiche, invece, in alcuni casi risultano essere scadenti, con esecutori poco attenti e, soprattutto, maggiormente propensi alla speculazione che, con la tendenza al risparmio nell'acquisto del materiale da costruzione, in quel periodo risulta essere una prerogativa non soltanto degli appaltatori, ma anche di numerosi committenti, persino quelli appartenenti alle più celebri casate dell'epoca.

Il *Capitolato d'Appalto per i lavori di sopraelevazione dell'Orfanatrofio*, del 1893, si configura come un regolamento composto da numerosi articoli; il testo comincia con un'accurata descrizione —*Articolo 1*— che prevede l'aggiunta del secondo e del terzo piano dello stabile, per un ammontare complessivo di 500.000 lire, cifra elevata per quel tempo.

Le successive voci regolamentano, a vario titolo, le modalità di assegnazione dell'appalto, il procedimento d'asta, i termini per definire i prezzi unitari e quelli relativi alle lavorazioni, le opzioni per le proposte del ribasso, le responsabilità degli esecutori e, in generale, tutto quanto utile a regolamentare il rapporto tra l'ente appaltatore e i partecipanti all'asta, principalmente la disciplina relativa alle opere.

La descrizione dettagliata delle lavorazioni, con l'elencazione dei materiali previsti e le modalità di esecuzione, comincia soltanto a partire dall'*Art. 44*, relativo alle prime attività da eseguirsi, cioè gli *scavi*; vengono specificati quelli detti *di terra* fra i quali sono comprese anche le lavorazioni di «materiali possibili a rompersi o muoversi con pale e zappe». Una differente modalità è quella inerente le rocce tenere, ossia «da rompersi con l'uso delle bitte e conci e delle mazze di ferro»; si fa riferimento al fondale di carparo «di qualsiasi durezza comprese quelle qualità conosciute col nome di mazzaro». Più in generale le escavazioni vengono distinte in *scavi comuni* e *scavi armati*: il primo tipo necessita comunque di un'armatura per sorreggere le pareti dello scasso; il secondo, invece, «viene fatto ordinariamente in sezione ristretta tanto per pozzi quanto per fondazioni od altro a seconda che sarà richiesto dalle particolarità del lavoro e che richiede un armatura continua od altri sussidi equivalenti a sostegno delle pareti del taglio». Oltre alla dettagliata descrizione delle procedure, grande interesse ha pure l'indicazione dei

prezzi e delle tariffe relative, utili anche a comprendere l'importanza e la difficoltà della lavorazione considerata, in relazione al programma complessivo dei lavori previsti.

La sezione successiva del Capitolato riguarda tutte le *opere murali*, illustrate negli articoli dal 45 al 47, il primo dei quali riguarda le massicciate di calcestruzzo, con precise indicazioni circa l'impasto di quest'ultimo, da realizzarsi con una parte di calce in pasta, due parti di pozzolana proveniente dalle cave di Bacoli e tre di pietrisco calcareo; la norma è estremamente rigida: è prevista la possibilità di sostituire il pietrisco calcareo con quello carparino, ma soltanto a seguito di approvazione da parte della direzione dei lavori. La dimensione della ghiaia non può, in nessun caso, superare lo spessore di 6 cm; così come l'acqua per l'impasto deve obbligatoriamente essere «dolce e limitata al necessario perché l'impasto riesca denso e resistente». Il calcestruzzo sarà gettato in opera in cordoli orizzontali, quindi spianato e «compresso con diligenza»; la medesima disposizione determina che l'impasto non può, in nessun caso, essere utilizzato oltre le dieci ore successive alla sua preparazione.

La lettura dei successivi articoli risulta oggi di notevole interesse: l'Art. 46 è dedicato alla realizzazione della muratura in pietra, di qualsiasi tipo: «a piombo, a scarpa, a scaglioni, ovvero a superficie piana o curva in conformità del tracciato e dei profili che verranno dati». La costruzione dei muri deve procedere «per corpi paralleli e di uguale altezza»; particolare attenzione attiene l'orizzontalità dei letti di posa, da verificarsi col livello, almeno ad ogni metro di elevazione ulteriore; i letti dei muri devono essere «spazzati e bagnati, riparati dal troppo calore ed i materiali prima di impiegarli saranno abbondantemente bagnati con acqua dolce». Ulteriori indicazioni regolano la corretta unione di una nuova muratura ad una preesistente, da attuarsi praticando «i necessari addentellamenti ed immorsature secondo le migliori regole dell'arte», seguendo attentamente le indicazioni del direttore dei lavori. Il Capitolato prevede l'impiego di blocchi di carparo, delle *miglior cave*, di buona qualità, in conci di spessore pari a 26, o al massimo 30 cm e di lunghezza non minore a 50 cm; devono essere assemblati in opera «per le murature in rabbrecciamento con malta composta di 1/3 di calce e 2/3 di pozzolana di Bacoli». I muri, come già detto, possono essere fabbricati anche utilizzando il materiale impropriamente definito *tufo*, o *zuppigno*: in tal caso, si precisa che deve provenire dalle cave di Statte, località vicina a Taranto, legato con malta composta da 1/3 di calce e 2/3 di polvere di tufo. Anche nel caso delle murature, vengono enumerate tutte le voci relative ai prezzi, differenziati in base alle possibili lavorazioni, compresa ad esempio la realizzazione degli stipiti di porte e finestre, o di piattabande e archi di scarico. Nel Capitolato viene prevista anche la possibilità di utilizzare materiali estratti da cave diverse da quelle citate; in questo caso è data facoltà esclusivamente alla direzione dei lavori di giudicare gli effettivi requisiti di tali materiali, che non possono essere «inferiori di qualità a quelli provenienti dalle cave summenzionate tanto per i muri un tufo che per quelli in carparo».

Circa la tecnica costruttiva, il testo appare estremamente rigoroso e prescrive che i conci «debbono avere la forma d'un parallelepipedo rettangolare» e collocati in opera «in modo che per ogni tre posti di fianco ne capiti uno messo di testa».

Con il successivo Art. 47 vengono descritti tutti i possibili altri tipi di muratura, a partire da quelle in laterizio, meno comune rispetto alle usanze costruttive locali: si prescrive l'utilizzo di tale materiale essenzialmente per la realizzazione di canalizzazioni con sezioni di piccole dimensioni, in particolare per le canne fumarie, da fabbricarsi con modalità analoghe a quelle indicate per i muri precedentemente descritti, impiegando malta di calce e pozzolana quale legante; nel caso specifico dell'utilizzo di mattoni refrattari, devono essere osservate le medesime prescrizioni, avendo però cura che la malta sia anch'essa refrattaria. In generale, lo spessore murario sarà pari a quello del mattone; il testo fornisce l'ulteriore indicazione di adoperare un'intelaiatura di sostegno in legno, rinforzata usando chiodi e fili di ferro: vengono previste anche valutazioni supplementari per determinare il prezzo di questo tipo di lavorazioni specialistiche.

Nello stesso brano si descrive pure la muratura di tipo *informe*, precisando attentamente le modalità di realizzazione soprattutto del nucleo interno, da attuarsi con pietrame *carparino* e malta composta da 1/3 di calce e 2/3 di terra cosiddetta *cupina*; i conci, pur se irregolari nella loro conformazione, devono essere posti in opera quanto più ordinatamente e nelle dimensioni adeguate a riempire tutte le cavità; le pietre dovranno essere «avviluppate da sufficiente

quantità di malta», in modo che «la massa risulti solidamente costruita».

Ulteriore approfondimento nella medesima sezione del Capitolato è dedicato ai cosiddetti muri *alla siciliana* e *alla napoletana*: con queste voci vengono indicati gli elementi di partizione interna, realizzati con pianelle poste in opera in verticale secondo il loro spessore minore, così da realizzare paramenti composti da vari strati uniti fra loro mediante malta di gesso. Il Capitolato distingue i muri divisori detti comunemente *alla Siciliana*, costruiti con pezzi sottili di tufo: tali murature possono avere spessore variabile, in generale, da 8 a 12 cm; la direzione dei lavori può precisare tale misura a seconda degli specifici casi. I muri *alla Napoletana* saranno anch'essi costruiti con porzioni di tufo di spessore variabile come nel caso precedentemente descritto; però, la struttura portante è principalmente costituita da intelaiature lignee, ossia da una griglia di elementi in abete, denominati *listoni*, la cui disposizione potrà variare secondo i casi speciali, adeguatamente squadrati e collegati tra loro tramite chiodature, incastri e tasselli: in questo modo l'intera superficie viene suddivisa in tante porzioni rettangolari o quadrate, in ciascuna delle quali sono intercalati i *listoni* che contribuiscono significativamente al consolidamento del paramento murario. Nel prezzo unitario specificato per questo tipo di muri è escluso il valore del legname occorrente a formare il reticolato, che deve essere pagato facendo riferimento alle specifiche tariffe inerenti i lavori di falegnameria.

Nel medesimo Art. 47 sono contemplate ulteriori tipologie, come le *voltine in fette di tufo* (figura 3), che pur riferendosi alle strutture orizzontali, vengono ugualmente trattate insieme alle murature; con tale voce si fa riferimento ad una soluzione costruttiva basata sull'assemblaggio di *fette di tufo segate*, impostata su un'orditura di travetti in ferro; queste voltine risultano avere uno spessore molto sottile, pari a circa 13 cm e una minima curvatura; superiormente è previsto uno strato, definito *masso di calcestruzzo*, composto di pietrisco di carparo e malta a base di terra *cupina*; tale massetto viene compreso nel prezzo assegnato alle voltine. Al contrario, la realizzazione della superficie inferiore del solaio, rifinita con uno strato d'intonaco, costituisce una voce di spesa da calcolarsi separatamente.

Nel comma dedicato alle strutture murarie rientrano anche molti altri manufatti, realizzati con elementi in pietra calcarea e malta a base di calce pozzolana: fra questi rientrano le condotte per lo scolo delle acque piovane, latrine, lavandini o altri oggetti affini.

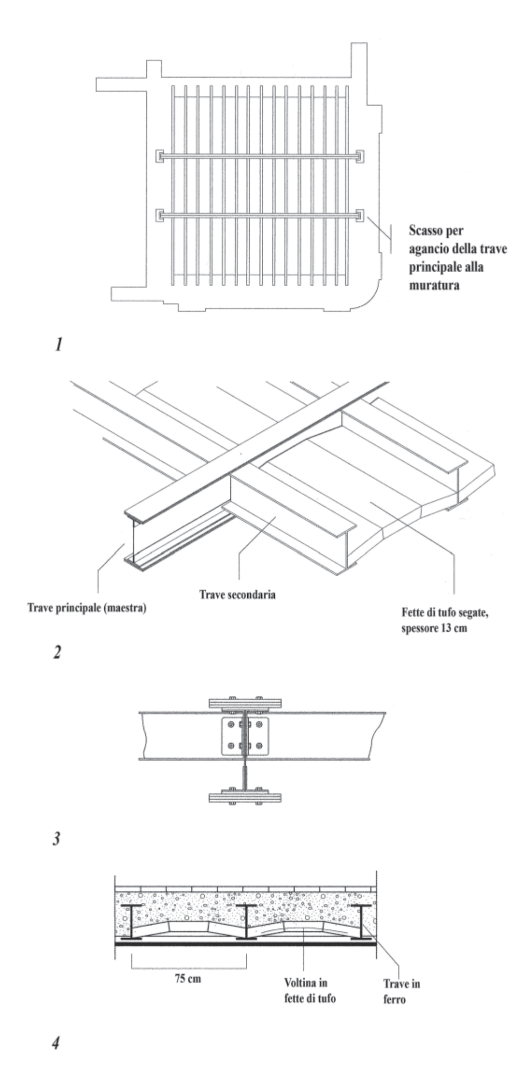


Figura 3
Voltine in fette di tufo, interpretazione grafica delle norme contenute nell'Art. 47 del Capitolato d'Appalto dell'Orfanatrofio. Schemi assonometrici e sezione

I successivi articoli 48 e 49 riguardano le strutture orizzontali. Nel primo vengono considerati i *soffitti*; la trattazione comincia da quelli più semplici, fabbricati con *canne a stuoie in piano* con l'esecuzione di «panconcellature di correntini di legno dolce della sezione di metri 0,06 × 0,04 collocati a metri 0,20 di

distanza da centro a centro e chiodati con chiodi ordinari ai travicelli soprastanti del solaio». Tale tecnica viene accuratamente approfondita con minuziose descrizioni circa i materiali e la loro lavorazione; in particolare si specifica che «quella incannicciatura sarà fermata da filo di ferro grosso non meno di un millimetro intrecciato a maglia con chiodi a larga testa disposti a rombo di lato metri 0,25 a metri 0,30».

Il piano orizzontale od inclinato così ottenuto deve quindi essere connesso con i muri perimetrali per mezzo di una *zanca*, profilo dalla sezione pari ad un quarto di cerchio, con raggio di 10 oppure 15 cm. Una possibile alternativa riguarda i *soffitti centinati* (figura 4) e prevede l'utilizzo di centine di legno *dolce* le cui dimensioni possono variare: la larghezza può misurare da 11 a 15 cm, con spessore da 1 a 5 cm. Queste centine «si porranno diligentemente inchiodate all'armatura del tetto o del solaio per mezzo di tiranti in legno […] verrà poi fermato il soffitto nello stesso modo descritto per i soffitti in piano».

Il successivo Art. 49 è dedicato alle *volte ed archi*, strutture costruite con conci squadrati di tufo, che «dovranno essere dei più scelti e tutti interi e la malta prescritta per le singole specie delle volte, sarà ben stacciata prima di venir adoperata».

Gli elementi lapidei vengono tagliati e lavorati, così da sagomarli con estrema precisione in forma di cuneo «secondo il sesto e la forma che dovrà avere il volto»; prima di procedere all'effettiva costruzione, la sommità del muro su cui s'imposterà la copertura deve essere accuratamente pulita e portata perfettamente in piano.

Le modalità della posa in opera dei conci di una copertura voltata non differiscono da quelle relative all'innalzamento di un muro verticale, con l'unica avvertenza che «le volte progrediranno uniformemente dall'imposte verso la chiave a fine di non produrre sconcerti nelle armature per le non uniformi spinte che si spiegherebbero», ciò anche affinché «l'ultimo filare da collocarsi riesca sempre quello alla chiave destinata a chiudere la volta». Le medesime indicazioni riguardano anche la costruzione degli archi.

Molte delle voci seguenti del Capitolato sono relative al rivestimento e rifinitura delle superfici: gli articoli dal 50 al 58 riguardano le superfici verticali; i seguenti fino al 66, invece, trattano quelle orizzontali.

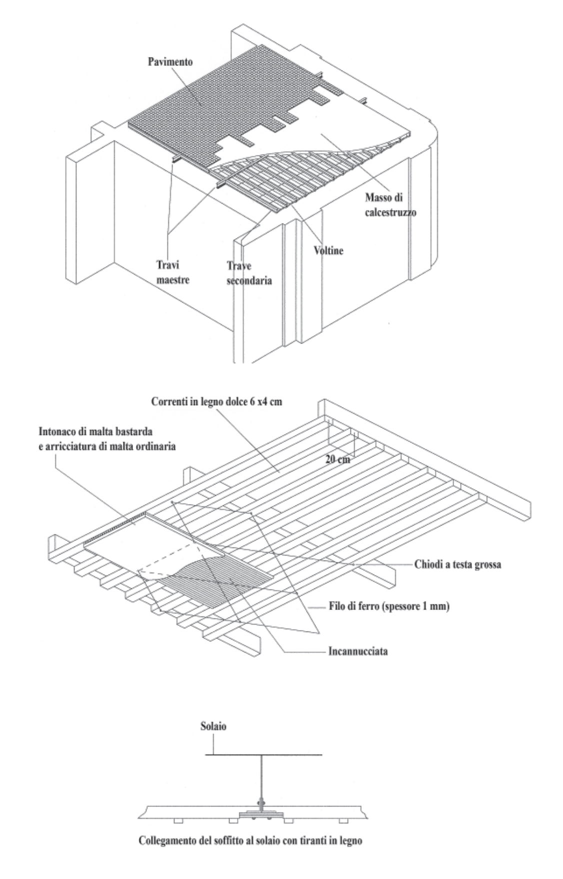


Figura 4
Soffitti centinati, interpretazione grafica delle norme contenute nell'Art. 47 del Capitolato d'Appalto dell'Orfanatrofio. 1) Solaio, orditura delle travi in ferro; 2) intersezione della trave principale e di quelle secondarie, con l'allestimento delle voltine, particolare; 3) nodo d'intersezione fra la trave principale e quella secondaria; 4) sezione trasversale

La descrizione della posa degli intonaci è molto dettagliata, in particolare all'Art. 50 viene illustrata la fase dell'*arricciatura*: «i muri […] saranno dapprima ben spazzati, raschiati nelle connessure e ben lavati»; questa lavorazione prevede la stesura di un primo strato di malta, levigato con la cazzuola, sul quale mentre è ancora cedevole si applica un secondo strato di malta *preparata allo staccio*; tale strato deve essere composto di due parti di calce e tre di rena o polvere di tufo, secondo le indicazioni del Direttore dei Lavori. Le arricciature non dovranno presentare

«bolle, crepature, ondulazioni od altri difetti». Gli spigoli devono essere perfettamente allineati, a spigolo vivo, oppure *stondati o smentati*.

Il successivo Art. 51 è circoscritto alla realizzazione di *cornici e cornicioni*: le cornici marcapiano e di coronamento sono elementi tipici delle facciate degli edifici storici e contribuiscono a determinare la qualità artistica del manufatto architettonico. Generalmente si distinguono in fregi *di base o zoccoli*, cornici *intermedie* o di *coronamento*, a cui possono aggiungersi quelle di porte e finestre. In alcuni casi le mensole poste al di sotto della cornice hanno funzione statica, pertanto ognuna di esse deve essere incastrata nella muratura. Un semplice procedimento di ancoraggio alla parete verticale consiste nell'inserimento di una trave di ferro nella muratura, in particolare con l'utilizzo di quelle a doppio T, dette *gattoni*: tale espediente è senz'altro la soluzione tecnica più diffusa per la costruzione delle cornici dei palazzi nel quartiere Borgo tra fine '800 e inizio '900.

Il Capitolato specifica che «i cornicioni avranno la sporgenza approssimativamente eguale alla loro altezza non computando la gronda a doccia. Essi verranno dati in opera compiuti in coronamento di fabbriche»; la conformazione di questi elementi architettonici dipende dal «disegno che all'uopo sarà comunicato all'impresario da chi dirige il lavoro».

In ogni caso, la struttura portante del cornicione dovrà assecondare la sagoma prescritta in modo che lo strato d'intonaco non superi lo spessore di 2 cm. Le cornici dovranno essere eseguite con i medesime presupposti già indicati per i cornicioni: vengono classificate come *piccole*, *mezzane* e *grandi*. Le prime sono quelle con altezza compresa fra 8 e 15 cm; le seconde fra 16 e 30 cm; infine, quelle di dimensioni maggiori, fra 31 e 40 cm; però, nelle altezze indicate «non si comprenderanno i fregi e le fasce piane che saranno contabilizzate come arricciatura comune». Circa l'aggetto delle cornici, viene previsto che lo sbalzo non superi la dimensione di 2/3 dell'altezza.

L'Art. 52 è dedicato alla rifinitura degli intonaci. Le tipologie considerate sono molteplici, come per esempio l'intonaco *d'asfalto naturale*, quello di *mastice bituminoso* oppure l'intonaco di *cemento idraulico*; per ognuno di questi vengono indicate caratteristiche, procedure di messa in opera e dimensioni dei vari strati.

Il seguente Art. 53 è dedicato alle *rincocciature*, pratica che in quel periodo doveva essere abituale: riguarda il «riattamento di paramenti di muri di profondità minore di metri 0,10 e maggiore di metri 0,03 formato con malta frammista a frantumi di pietra o mattoni, eseguito dopo un perfetto spaccamento delle pareti degradate»; viene data indicazione di rimuovere le erbe infestanti, oltre ad asportare conci di pietra, o frantumi di essi, terra e malte friabile o poco aderenti, «spazzando quindi e bagnando copiosamente la superficie viva dei muri». L'esecuzione della *rincocciatura* propriamente detta viene fatta dopo queste operazione preliminari e consiste nello stendere sulla parete degradata uno strato di malta, nella quale conficcare, adoperando una certa pressione, «una sufficiente quantità di frantumi, la superficie esterna verrà quindi a dovere rinzaffata onde esattamente pareggiare i piani della pareti».

La voce successiva riguarda l'esecuzione della tecnica del *rinzaffo*, non dissimile da quella precedente: è adoperata per ricoprire le pareti o pareggiare le facce dei muri «previa calzatura e nettatura delle connessure».

Vengono poi specificati il trattamento di una parete in laterizio a vista, la pratica della stuccatura, le superfici dei paramenti murari in conci lapidei non intonacati, fino ai rivestimenti marmorei

A seguire inizia la trattazione delle pavimentazioni, a partire dai *pavimenti in genere* (Art. 59), con indicazioni sulla preparazione del suolo, funzionale affinché «la superficie riesca regolare, parallela a quella che dovrà avere il pavimento ed alla profondità richiesta per ogni specie»; la tematica è approfondita con: *accoltellati* (60) e *battuto* (61), quest'ultimo a sua volta distinto in *battuti marmorei detti alla veneziana* (62) ed *in cemento* (63). Un'ulteriore voce è dedicata agli *impiantiti* (64), specialmente quelli *di pianelle* (65), con specifiche indicazioni su forma e dimensioni degli elementi, nonché circa le caratteristiche della malta. Particolarmente interessante è la specifica inerente le *pianelle di cemento*, di tipo industriale, innovative alla fine del XIX secolo (figura 5): «potranno essere scelte ad uno, due ed anche tre colori fra quelli esistenti in commercio». Con esse diventa economica la realizzazione di pavimenti con qualità artistiche, in precedenza prerogativa soltanto dei committenti più abbienti.

Altra parte significativa del Capitolato è quella sulle coperture, a partire dall'Art. 66, *copertura di tetto*; il primo caso illustrato è quello del tipo marsigliese (67): «Le tegole preparate all'uso di Marsiglia

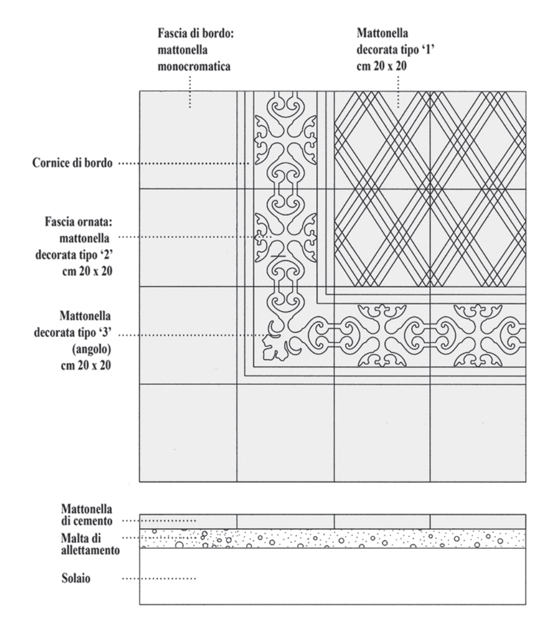


Figura 5
Pavimento in pianelle di cemento, interpretazione grafica delle norme contenute nell'Art. 65 del Capitolato d'Appalto dell'Orfanatrofio, pianta e sezione

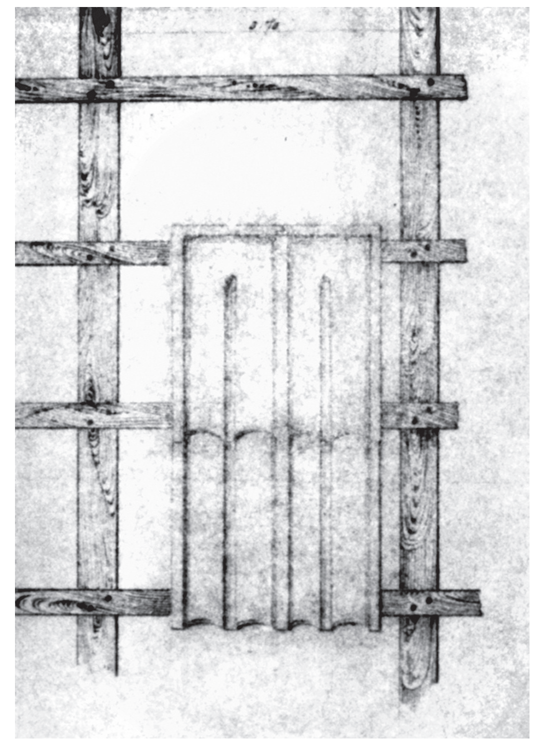


Figura 6
Dettaglio della copertura del tetto con tegole alla marsigliese (ASCT, *Capitolato d'Appalto per i lavori di sopraelevazione dell'Orfanatrofio*, Ufficio del Registro di Taranto, «Atti Pubblici», 1893)

proverranno dalle migliori fabbriche italiane e prima di essere poste in opera, l'impresario è obbligato a depositare presso l'ufficio di direzione dei lavori almeno tre campioni, perché la predetta direzione possa sceglierne quelle che crederà più adatte». Sono fornite dettagliatamente tutte le indicazioni relative alla struttura lignea del tetto, alla conformazione degli elementi e al montaggio (figura 6). A seguire ci sono coperture con tegole *dell'amministrazione* (68), *in latta* (69), *zinco* (70) e *vetro* (71).

La trattazione delle *opere in legname* (artt. 72-77: *lavorazione e posa in opera di armatura*; *mettitura in opera di correnti e correntini*; *piallatura di legname*; *segamento di legname*; *assiti*; *formazione e posizione in opera di assiti*), pur se molto interessante, non amplia la conoscenza della tecnica costruttiva del legno (figura 7), che resterà ancora sostanzialmente invariata fino alle innovazioni introdotte nei primi anni del secolo seguente.

Lo stesso, almeno in parte, può dirsi per i serramenti (artt. 78-85: *chiusure in genere*; *cancellate*; *imposte di porte e finestre*; *persiane*; *sportelli a vetri per finestre*; *telai di porta*; *telai di finestra*; *portone d'ingresso*).

La *Sesta Parte* del Capitolato, delle *opere in metalli*, introduce invece elementi che appaiono rilevanti per comprendere gli sviluppi tecnologici della fase premoderna.

Nell'Art. 86, *ferramenta in genere*, si specifica che «ogni lavoro in ferro sarà dato in opera compreso ogni incastro, rottura, suggellamenti, impiombatura, saldatura, colle necessarie viti e chiodi, secondo il caso». Con la successiva voce, *ferramenta fucinata*, vengono distinti i diversi *generi* di oggetti metallici, con un'interessante e molteplice casistica, minuziosamente descritta: il *genere* può variare in funzione del tipo e del livello di difficoltà delle lavorazioni, delle dimensioni delle diverse parti, della rifinitura e dell'utilizzo

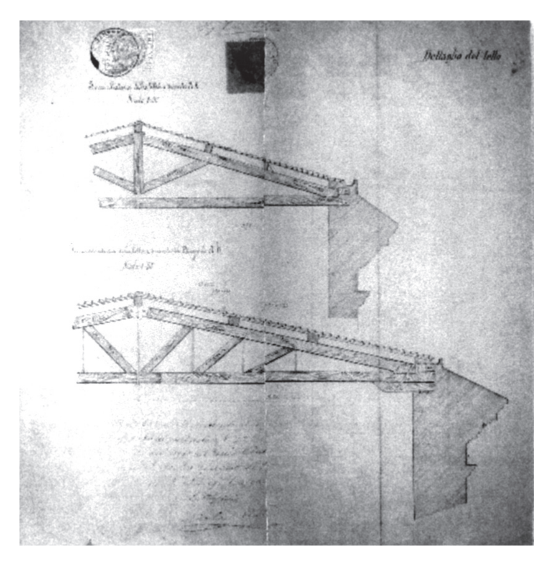


Figura 7
Dettaglio di realizzazione del tetto con capriate lignee (ASCT, *Capitolato d'Appalto per i lavori di sopraelevazione dell'Orfanatrofio*, Ufficio del Registro di Taranto, «Atti Pubblici», 1893)

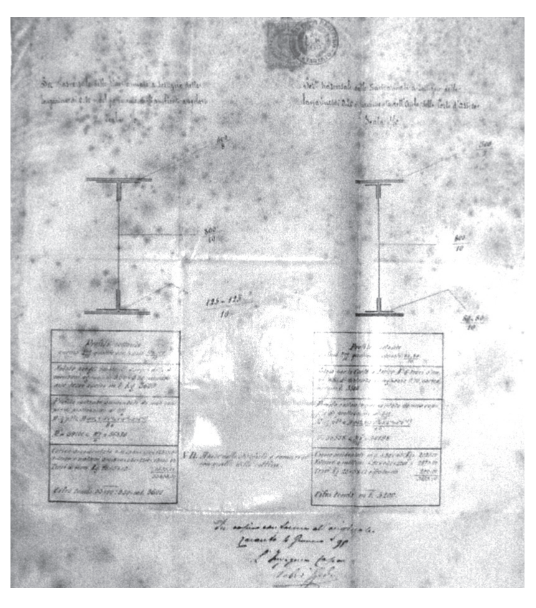


Figura 8
Dettaglio di elementi strutturali in ferro (ASCT, *Capitolato d'Appalto dei lavori occorrenti pel completamento dell'edifizio detto Orfanatrofio*, Ufficio del Registro di Taranto, «Atti Pubblici», 1894)

finale. Ad esempio «le travi d'altezza maggiore di cinque centimetri, poggiate a squadra a T semplice o doppio, o composte di lastroni a squadra collegate con chiavature ribadite, e le armature composte con detti travi», oppure «incavallature [con] ferri piatti o foggia-

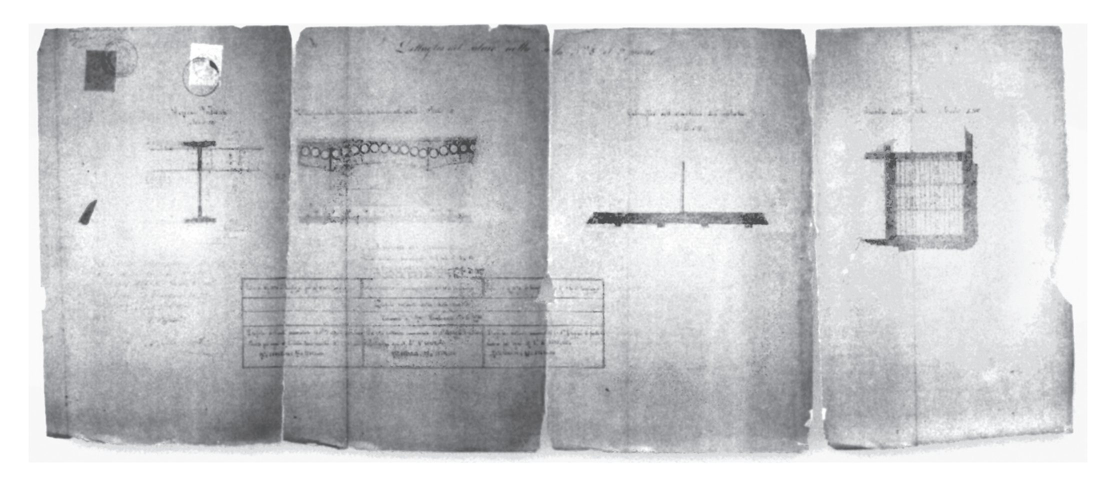


Figura 9
Dettaglio di un solaio realizzato con travi di ferro e fette di tufo, alleggerito con tubi fittili (ASCT, *Capitolato d'Appalto dei lavori occorrenti pel completamento dell'edifizio detto Orfanatrofio*, Ufficio del Registro di Taranto, «Atti Pubblici», 1894)

ti a squadra a T semplice o doppio o comunque sagomati», sono elementi considerati *ferramenta del primo genere.* Nell'aggiornamento del Capitolato dell'anno seguente, gli elementi metallici sono più accuratamente illustrati (figura 8).

Particolarmente singolari risultano essere soprattutto le tecniche 'miste' con utilizzo combinato di ferro, elementi lapidei e laterizio (figura 9).

Si tratta di soluzioni, talora di carattere ancora sperimentale, che possono anche significativamente differire da quelle riportate nella coeva manualistica specialistica e ciò conferma l'importanza dello studio di tutto questo interessante materiale documentario.

Tecnologías y producción arquitectónica en una ciudad colonial

Luis María Calvo

A partir del siglo XVI la presencia europea en América produjo una revolución tecnológica en todos los órdenes, incluyendo el constructivo, con diferentes repercusiones en el espacio colonial según fueren los antecedentes y modos de habitar de los pueblos originarios. De acuerdo a su desarrollo tecnológico las culturas locales ofrecieron resistencias o contribuyeron con sus aportes a las prácticas constructivas y a la producción de arquitectura. En algunas regiones, como la del Río de la Plata y el Paraguay, los antecedentes locales tuvieron una resistencia débil frente a las tecnologías europeas y éstas cambiaron el panorama de la construcción y el hábitat de una manera determinante.

Durante el período colonial las ciudades fundadas a lo largo del corredor de los ríos Paraná-Paraguay compartieron materiales y técnicas, en tanto que los desplazamientos de artesanos y constructores contribuyeron a conformar un espacio con rasgos de identidad comunes en cuanto a la configuración de tradiciones constructivas y arquitectónicas.

En ese contexto, la presente comunicación se propone indagar sobre el proceso de conformación en la ciudad de Santa Fe de una arquitectura tradicional con raíces exógenas que se mantuvo vigente hasta principios del siglo XIX. La indagación se formula en dos planos: el de los materiales y técnicas y el de las formas de producción arquitectónica.

Introducción

La ciudad de Santa Fe fue clave en la articulación del vasto espacio conformado por las áreas paraguaya y rioplatense. En un principio Asunción (1537) fue el epicentro de ese espacio pero a partir de la incorporación de Santa Fe (1573), Buenos Aires (1580) y Corrientes (1588), se mantuvo una dinámica y equilibrada interdependencia en la que participaron las ciudades mencionadas, conectadas por el corredor de los ríos Paraguay, Paraná y Río de la Plata. Los desplazamientos de individuos y grupos de población permitieron una fluida transferencia de experiencias que cristalizó en la conformación de un espacio con rasgos de identidad en cuanto concierne a pautas culturales, tecnologías constructivas y tradiciones arquitectónicas.

La mudanza de la ciudad a su actual emplazamiento, producida a mediados del siglo XVII, no modificó esa situación ni interrumpió el proceso de afianzamiento de las prácticas arquitectónicas. Las evidencias arqueológicas de Santa Fe la Vieja, excavadas a partir de 1949, y los pocos edificios de los siglos XVII y XVIII que se conservan en la ciudad actual, ofrecen la posibilidad de reconocer las prácticas constructivas de ambos asentamientos como partes de un mismo proceso de arquitectura tradicional.

Espacio, poblamiento y migraciones

Santa Fe tuvo su origen en una decisión política impulsada por Juan de Garay desde el ambiente paraguayo. A finales de 1572 en la plaza de Asunción se



Figura 1
Fotografía de los restos arqueológicos de la iglesia de San Francisco en Santa Fe la Vieja (fotografía del autor)

pregonó un bando que convocaba a los que quisieren participar en la fundación de la ciudad, hecho que se concretó el 15 de noviembre del año siguiente con la participación de aproximadamente ochenta hombres, de los cuales sólo nueve eran españoles y el resto criollos nacidos en el Paraguay. La *gente de servicio* fueron guaraníes procedentes también del Paraguay que acompañaron a los expedicionarios en calidad de aliados.

La relación entre los pobladores de Asunción y de Santa Fe no se agotó con la empresa fundadora sino que desde entonces se renovó en forma permanente. En un principio fue predominante el aporte paraguayo pero más tarde la dinámica relación entre el Paraguay y el actual litoral fluvial argentino generó un significativo aporte migratorio en sentido inverso. Algunos nombres emergen con mayor nitidez en el contexto de una migración conformada por hombres y mujeres de diferente condición étnica y social: funcionarios, religiosos, mercaderes y artesanos que se desplazaban fluidamente a través de los ríos Paraguay, Paraná y de la Plata y hacían escala o se establecían en las ciudades ubicadas en sus márgenes: Asunción, Corrientes, Santa Fe y Buenos Aires. De la diversidad étnica de quienes se desplazaban dan cuenta los indígenas que servían de mano de obra en el transporte fluvial y que llegados a Corrientes y Santa Fe, se establecían en ellas haciendo abandono de sus hogares paraguayos (Damianovich 1986, 37-38).

Santa Fe, espacio regional y tradiciones constructivas

La estratégica ubicación de Santa Fe en el punto intermedio del Paraná la convertía en un nudo de comunicaciones que conectaba las rutas fluviales con los caminos terrestres que desde ella partían hacia Córdoba y Santiago del Estero, vinculando al Paraguay con el Tucumán, el Alto Perú (hoy Bolivia) Perú, Cuyo, Chile. Por su condición de enclave comercial Santa Fe fue mercado o lugar de paso de productos y mercaderías tales como yerba, tabaco, miel, azúcar y cueros. Simultáneamente, el movimiento de personas que circulaban en relación con el comercio fue vehículo de experiencias vitales a través de las cuales podemos reconocer la construcción de una identidad constructiva de carácter regional.

Partiendo de criterios que atienden fundamentalmente a sus aspectos dinámicos, De Paula entiende por región a un espacio heterogéneo cuya unidad radica en que sus diversas partes son complementarias e interdependientes, manteniendo entre sí un intercambio de bienes y servicios de mayor envergadura que con las regiones vecinas (De Paula 1987, 8). La pertenencia a un mismo espacio regional se puede leer con cierta claridad en la conformación de tradiciones arquitectónicas en las que convergen condiciones naturales, geográficas y climáticas, recursos materiales y humanos, modos de vida y pautas culturales.

Desde el siglo XVI, en el contexto de las diversas condiciones geográficas del amplio espacio conformado por el Paraguay y el Río de la Plata, los constructores fueron adoptando y definiendo de manera colectiva y anónima soluciones tecnológicas, morfológicas y funcionales que perduraron mientras se mantuvieron ciertas condiciones de equilibrio regional (Gutiérrez 1980). Hasta mediados del siglo XVIII esas tradiciones estaban basadas, fundamentalmente, en el uso de la madera y en la tecnología desarrollada empíricamente por carpinteros y constructores.

Ramón Gutiérrez ha caracterizado las formas de producción arquitectónica de los primeros siglos del Río de la Plata y Paraguay reconociendo dos momentos iniciales, el de una arquitectura espontánea y el de la conformación de una arquitectura popular (Gutiérrez 1980).

En ambos momentos, los constructores fueron idóneos que alcanzaron empíricamente el conocimiento

de la práctica edilicia y que utilizaron materiales de recolección al principio o incipientemente transformados más tarde. La precariedad o la modestia de elementos disponibles exigieron respuestas pragmáticas que se fueron definiendo a través de una amplísima trama de éxitos y fracasos de experimentaciones y ensayos. De ese proceso de conformación de tradiciones constructivas quedan registros que revelan la participación de todos los estamentos y grupos étnicos de la región. En un principio fueron capitanes, cabildantes, funcionarios y sacerdotes quienes se vieron forzados a dar respuesta a la necesidad de generar espacios para las actividades institucionales y domésticas.

En Santa Fe, la precariedad de la situación inicial, la poca experiencia constructiva de los hombres de la expedición fundadora y la escasez de materiales y de mano de obra postergaron la concreción de obras de carácter definitivo o de larga permanencia. En los solares repartidos por Garay los primeros pobladores construyeron viviendas que junto a los pocos edificios de carácter público (iglesia parroquial y cabildo) fueron definiendo, en la traza cuadriculada, la primera manifestación urbana de la ciudad (Calvo 2004). Estos hombres no tuvieron otra opción, en un medio carente de personas hábiles en la construcción, que edificar lo que fuera indispensable apelando a sus escasos conocimientos técnicos y a recuerdos de las construcciones de sus tierras de origen. La pericia técnica se fue adquiriendo mediante un aprendizaje pragmático, extrayendo el conocimiento de las primeras experiencias constructivas, hasta que algunos artesanos, particularmente maestros carpinteros, se especializaron y asumieron la tarea edificatoria (Zapata Gollan 1971). Este mismo fenómeno lo señala Gutiérrez para el caso de Asunción donde en 1615 había 17 carpinteros, 8 aprendices y ningún albañil (Gutiérrez 1978, 42).

De todos modos, en el momento de la fundación estuvo presente Antonio Tomás quien, además de ser piloto de río y uno de los ayudantes más experimentados del fundador, tenía práctica en la construcción. Tomás había llegado al Río de la Plata en 1536 en la expedición de don Pedro de Mendoza y en la siguientes cuatro décadas había sido vecino de Asunción, donde ejerció sus múltiples habilidades entre ellas las constructivas. En Santa Fe fue quien «dio trazas para hacer el fuerte donde los españoles se guarneciesen y no fuesen asaltados» (Torre Revello 1937, citado por Furlong 1946, 44).

Hacia 1590, en el acuerdo capitular que trató sobre la construcción de un nuevo edificio para el Cabildo se menciona una *traza* o croquis que fue aprobado para que los encargados de la obra lo tuvieran como referencia, pero no se registra el nombre de su autor (Calvo 2004, 76). Esa *traza* seguramente respondía a un edificio no muy diferente a las viviendas que construían los vecinos, pero con él se buscaba reemplazar un edificio más precario levantado en la urgencia de la fundación.

En las décadas siguientes, entre los constructores y artesanos españoles, criollos y portugueses, en su mayoría anónimos, por su notabilidad o prestigio emergen algunos nombres. Posiblemente el más destacado sea el de Hernandarias de Saavedra, de origen paraguayo y vecino de Santa Fe que fue varias veces gobernador de la provincia del Paraguay. Como parte de sus actos de gobierno, Hernandarias procuró mejorar la situación edilicia de las ciudades que pertenecían a su jurisdicción. A principios del 1600 se ocupó personalmente de fabricar las primeras tejas que se usaron en Buenos Aires, Santa Fe y Asunción. En 1604 escribió una carta al Rey en la que pone de manifiesto la importancia que daba a esta tarea:

> Porque por la perpetuidad y lustre de todos los edificios y particularmente de las iglesias, hacía gran falta en toda esta gobernación la teja, he dado orden se haga en la ciudad de Asunción, Santa Fe y en ésta [de Buenos Aires] y se va haciendo con gran diligencia y cuidado, y siendo yo el maestro de ella y de estas obras de que me precio mucho.[1]

Hernandarias fue personalmente hasta los montes para cortar la madera necesaria para la Catedral de Asunción y en esa ciudad tuvo a su cargo la construcción de las Casas Reales, el Cabildo y Cárcel, la Contaduría y la Aduana, el hospital y las iglesias de San Sebastián, de Nuestra Señora y de San Blas (Gutiérrez 1978, 185-186). En Buenos Aires construyó la Iglesia Mayor. En Santa Fe en 1594 mandó conseguir canaletas de palma para cubrir la iglesia y el convento de San Francisco (Calvo 2004, 84) y contribuyó con su trabajo personal y el de sus hijas en la construcción de la iglesia de la Compañía de Jesús comenzada en 1611:

> ... *[Hernandarias]* no contento con hacer el principal gasto asistía personalmente como celoso sobrestante y echaba muchas veces del azadón o de la espuerta para

> acarrear la tierra, ayudándole a veces por orden suya en este humilde ministerio sus hijas, doncellas honestísimas, con tanto aprecio de poder servir al Señor en la fábrica de su templo que estimaba más de ser peón de esta obra que haber sido gobernador cuatro veces de la Provincia. (Lozano 1754, citado por Furlong 1962, 1:21; Lozano [1745] 2010, 599).

Más tarde, el capitán José Servín, también asunceno, estuvo avecindado en Santa Fe y se desempeñó como empresario de la construcción, con una cuadrilla de indios y de africanos esclavos que trabajaban y se contrataban a su servicio (Calvo 2004, 122).

A la inversa de estos paraguayos radicados en Santa Fe, Pedro Domínguez de Obelar fue un santafesino descendiente de familia asuncena, con una importante actividad pública que también se dedicó de la construcción tanto en su ciudad natal como en el Paraguay. Él y su hermano Cristóbal en 1662 se ocuparon de mudar a la nueva Santa Fe al grupo de pobladores que habían permanecido en el sitio antiguo. En la obra de la iglesia Matriz de la nueva ciudad tuvo a su cargo el corte de las maderas en los montes y su transporte desde una distancia de más de 26 leguas. Más tarde se radicó en Asunción donde se vinculó a las principales familias y desempeñó los cargos de alcalde ordinario y procurador de la ciudad; desde esas funciones atendió el «aseo de las calles y aderezo de puentes y fábrica de las casas del Cabildo» (Gutiérrez 1978, 200-201). Designado a cargo de la obra de la Catedral, por su iniciativa se la construyó en un nuevo sitio y, tal como había hecho en Santa Fe, fue personalmente hasta los montes para dirigir la selección y el corte de las maderas (en su ausencia la obra quedó a cargo de otro santafesino, el capitán Pedro de Lencinas). Años más tarde el Cabildo eclesiástico de Asunción certificó que Domínguez de Obelar había tenido a su cargo la dirección de la obra de la Catedral: «no sólo hasta su conclusión sino también hasta que se dedicó formando los altares y aseando las paredes del edificio».[2]

Además de cabildantes, gobernadores y otros funcionarios, los carpinteros fueron los artesanos que tomaron a su cargo las tareas de construcción de edificios asumiendo una intervención protagónica en los distintos trabajos necesarios para la obras de tapia francesa u tapia ordinaria (Zapata Gollan 1971). De ellos dependía la realización de la estructura independiente de horcones en el primer caso y la construcción de *tapiales* y aparejos en el segundo, como así también la ejecución de la estructura de la cubierta y la fabricación de umbrales, dinteles, puertas, ventanas y rejas. Entre los aranceles más antiguos dispuestos por el Cabildo en las actas de 1575 a 1577 se fijaron los precios de los trabajos de carpintería referidos a la fabricación de puertas, ventanas y *tapiales*.[3]

De la época de Santa Fe la Vieja se conserva un contrato celebrado en 1646 por el carpintero Juan Cabrera con el capitán Juan de Vargas Machuca, obligándose a construirle una casa. El contrato especifica que Cabrera tenía que obtener y trasladar desde el monte la madera de algarrobo y espinillo necesaria para construir la casa y que ésta se edificaría con una cubierta de cuatro aguas, corredores por la parte del este y poniente, y llaves, tirantes y canes para un *sobrado*, es decir para un entrepiso.[4]

Juan Gómez de Salinas, otro carpintero, recibió del Cabildo un cuarto de solar en merced «por ser persona que ayudó en la trasmuta de esta ciudad como maestro de carpintería».[5] El mismo Gómez de Salinas aparece mencionado en un acta capitular de marzo de 1652 junto con el portugués Álvaro de Andrada como «dos personas esenciales» para las obras de la mudanza de la ciudad.[6]

En cuanto a la mano de obra, los vecinos colaboraban con la construcción los edificios públicos participando personalmente o suministrando trabajadores de su servicio. Se registra que en 1590, para las obras de la iglesia Matriz el Cabildo encargó a un regidor que «reparta los vecinos por listas, para que empiecen a hacer la dicha iglesia por semanas».[7]

La mano de obra empleada en la construcción era la de indios, a veces libremente concertados y otras bajo el vínculo de encomienda (Calvo 2004, 122). También la de africanos esclavos, como los ya mencionados del capitán Servín.

Indios y africanos tenían a su cargo las tareas más pesadas, apisonaban la tierra para levantar las tapias ordinarias o secundaban a los carpinteros cortando, acarreando y colocando maderas. En el ya citado contrato firmado entre Vargas Machuca y Cabrera, el primero se comprometió a entregar tres indios para que el carpintero fuera al monte a buscar la madera necesaria para la construcción y a proveerle otro para que le ayudara en la obra.

Dada la necesidad de indios para la construcción, en 1627 se presentó ante el Cabildo una petición para que no se permitiera a los indios asistir en recogidas

de ganado o *vaquerías* para que, como ya se había ordenado, acudieran a trabajar en la edificación de casas.[8]

Indios de reducciones vecinas a Santa Fe fueron llevados a la ciudad para trabajar en las obras de mayor importancia. En 1617 se decidió reparar el edificio del Cabildo y con ese fin se trajeron doce indios de la reducción de San Lorenzo de los Mocoretás.[9] En 1656, otra vez para reparar el edificio del Cabildo, se resolvió disponer de indios de la reducción de los Colastinés.[10]

En 1651, cuando comenzaron los trabajos de la mudanza de la ciudad, el Cabildo fijó el salario de los cincuenta indios que marcharían al sitio nuevo para trabajar en la construcción de la iglesia Matriz y el Cabildo.[11] Seis años más tarde, cuando se decidió retomar las obras pendientes de la mudanza, se solicitó a la Compañía de Jesús que facilitara el trabajo de guaraníes de las misiones del Paraguay[12] y en 1658 se aguardaba su llegada para dar nuevo impulso a las obras del traslado.[13] Estos indios prestaban sus servicios por su propia voluntad, así lo hizo constar el padre Simón de Ojeda S.J. al teniente de gobernador de Santa Fe en una carta fechada el 30 de junio de 1661:

> Porque si bajan [de sus pueblos] no bajan forzados sino voluntariamente y libres aunque bogados [impulsados] del amor entrañable y perpetuos beneficios que han recibido y reciben de la Compañía de Jesús (citado por Furlong 1962, 1:198).

Materiales y técnicas constructivas

Los materiales constructivos utilizados en Santa Fe, como así también en Asunción y Corrientes, fueron la madera, la palma, la tierra cruda y, en menor medida y tardíamente, el hierro.

La madera se constituyó en el recurso fundamental para resolver estructuras y para expresar el espíritu creativo de los carpinteros. De acuerdo a la calidad de la obra se usaron diversas especies arbóreas o troncos de palma. Los montes próximos a la ciudad proveían madera de algarrobo y espinillo. La importancia que tenía la madera de los montes queda evidenciada en una merced de tierras otorgada por el fundador de la ciudad a uno de los primeros pobladores en la que se le impone como condición que no debía «perturbar la madera que fuere menester y quisieren sacar los vecinos y pobladores de esta ciudad para el edificio de ella.[14] Troncos más largos y gruesos de quebracho colorado, lapacho, algarrobo y cedro se traían desde mucho más lejos, incluso desde el Paraguay, de donde proviene el cedro utilizado hacia 1673 en la iglesia y el convento de San Francisco en la ciudad trasladada, ejemplo paradigmático de esta vertiente arquitectónica (Collado y Calvo 1987, 101).



Figura 2
Fotografía de la iglesia de San Francisco, construida a partir de 1673 en la actual ciudad de Santa Fe (fotografía del autor)

Los troncos de palma se traían de los palmares del río Salado, de donde Hernandarias sacó una gran cantidad para techar el convento de San Francisco.[15]

La tierra cruda fue el otro material protagónico; se la extraía del interior de los mismos solares urbanos, con una composición de arena y arcilla ideal para la construcción. La amplitud de los solares, equivalentes a un cuarto de manzana, favorecía la costumbre de utilizarlos como yacimiento.

En los primeros tiempos, condicionados por los materiales disponibles y la urgencia de levantar los edificios indispensables para la vida de la ciudad, los po-

bladores recurrieron en forma generalizada a la *tapia francesa*, denominación utilizada en el primer siglo de Santa Fe para designar la técnica conocida también como *estanteo*, similar a la *quincha* o *bahareque* utilizados en otras regiones de América. Básicamente, esta técnica consiste en una estructura independiente de madera, formada por postes colocados a una regular distancia unos de otros que soportan la armazón de la cubierta, generalmente de paja. Las paredes exteriores y tabiques interiores servían de simple cerramiento, sin función portante, y se fabricaban con un entramado de maderas, ramas o cañas que se sostenía en los postes referidos, y se embarraba en ambos lados con una mezcla de tierra y paja. De allí que algunos documentos denominan a esta técnica simplemente *embarrado*.[16] Dada la calidad de los materiales empleados la tapia francesa es sumamente perecedera, por lo que en las excavaciones arqueológicas realizadas en Santa Fe la Vieja hasta el momento no se han encontrado evidencias. Una vez consolidada la situación de la ciudad, la tapia francesa no fue abandonada del todo, sino que siguió siendo utilizada en casas modestas, construcciones utilitarias como galpones denominados *percheles*, o para edificar los cuerpos secundarios de las viviendas principales.

No obstante la practicidad de la tapia francesa, desde época muy temprana en Santa Fe se registra la introducción de la *tapia ordinaria*, que terminó adoptándose para las edificaciones de mayor importancia, ya fueran viviendas de los vecinos principales o edificios públicos como las Casas Capitulares, las iglesias y los conventos. La tapia ordinaria fue y es

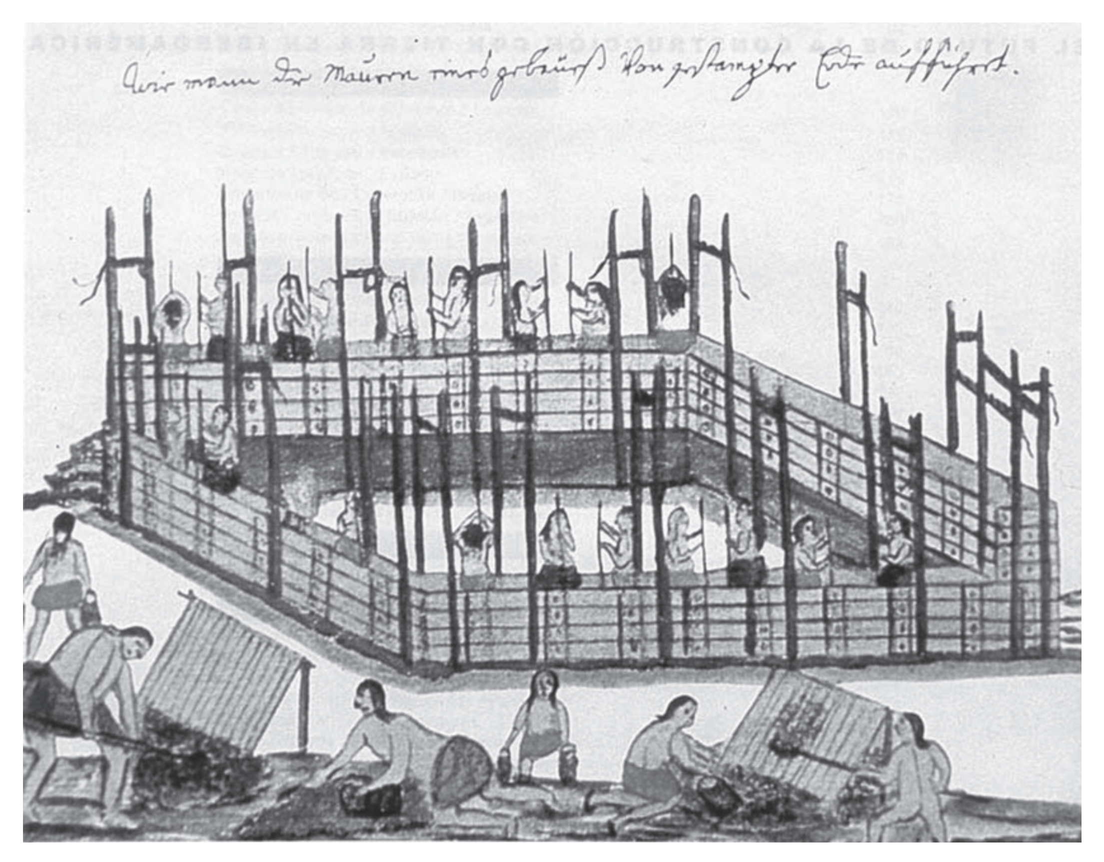


Figura 3
Acuarela del misionero jesuita Florián Paucke que registra el proceso de construcción muros de tapia ordinaria en el pueblo de San Javier (Santa Fe) a mediados del siglo XVIII (Paucke [c.1767] 1944, 3: lámina XXXIX)

llamada en forma corriente *tierra apisonada*, expresión que hace referencia a uno de los principales trabajos que exige su fábrica. El material constructivo básico es la tierra en un estado de humedad natural que se conseguía dejándola a la intemperie por un tiempo. Sin ningún tipo de agregados la tierra era introducida en capas dentro de un encofrado formado por tablas lisas y bien cepilladas llamadas *tapiales*, para ser apisonadas primero con los pies y luego con pisones de madera. Repitiendo esa operación y elevando los tapiales mediante un sistema de aparejos se alcanzaba la altura total del muro para luego apoyar y construir la estructura de la cubierta (Paucke [c.1767] 1944, 3:178-180).

La sola mención de la tapia implica la utilización de *tapiales*, cuya existencia en Santa Fe se registra en algunos documentos capitulares muy tempranos, por lo menos desde 1575, dos años después de fundada la ciudad. Años más tarde, en 1617 el gobernador Hernandarias de Saavedra tenía algunos «tapiales nuevos de madera del Paraguay» en su estancia del río Salado[17] y el capitán Diego Hernández de Arbaisa en 1638 menciona «unos tapiales» entre sus bienes.[18] El uso de la tapia estuvo ampliamente difundido en Santa Fe durante el resto del período colonial; de mediados del siglo XVIII data una descripción de su proceso constructivo escrita e ilustrada con una lámina por Florián Paucke, misionero jesuita en las reducciones santafesinas (Paucke [c.1767] 1944, 3:55-59). Recién a finales del siglo XVIII fue sustituida por el adobe y el ladrillo cocido.

La tapia ordinaria permitía construir edificios sólidos y de mayor duración pero no dejaba de presentar problemas inherentes a la naturaleza del material, por lo que las superficies de las paredes debían ser protegidas de la acción de la lluvia y los vientos con galerías o *colgadizos*[19] o con la aplicación de guano en los enlucidos (Calvo 2011, 283).

Las construcciones de *tapia francesa* generalmente se techaban con paja mientras que las de *tapia ordinaria* podían ser cubiertas con paja o teja. La paja no se abandonó del todo en las casas principales hasta la segunda mitad del siglo XVII, aunque como dijimos la introducción del uso de la teja había comenzado hacia 1604, alentada por el gobernador Hernandarias de Saavedra. Ya en 1606 Feliciano Rodríguez, uno de los principales vecinos de Santa Fe, tenía su casa cubierta de teja.[20]

En cambio, el adobe no se generalizó hasta finales del siglo XVIII, en tanto que el uso del ladrillo fue



Figura 4
Fotografía de la galería del primer patio de la casa de Díez de Andino en la actual ciudad de Santa Fe, principios del siglo XVIII (fotografía del autor)

muy restringido. Aparentemente hasta ese entonces los ladrillos se utilizaron con un sentido decorativo; los pocos ladrillos excavados en Santa Fe la Vieja presentan incisiones ornamentales o simbólicas en una de sus caras, indicio de que no fueron utilizados en mampostería sino como revestimiento (Zapata Gollan 1983, 24).

Por último, las puertas y ventanas generalmente eran de quicio —girando sobre pivotes de madera— para evitar el uso del hierro, que resultaba muy caro en el siglo XVII, en goznes y alcayatas. También las rejas se fabricaron de madera torneada hasta finales del siglo XVIII en que comenzó a utilizarle el hierro con ese fin.

Conclusiones

Desde el punto de vista tecnológico y morfológico se creó una tradición de la que participaron las ciudades ubicadas en la región paraguaya y rioplatense. La adecuada utilización de los recursos generó una arquitectura caracterizada por definir soluciones similares para los espacios domésticos o públicos, entre éstos últimos iglesias y conventos, edificios capitulares y hospitales. Las diferentes escalas de los edificios y el manejo de sus volúmenes permitían la caracterización de las obras singulares dentro de un tejido urbano extenso y homogéneo, construido como producto de la sociedad en su conjunto.

No obstante compartir los rasgos de una misma arquitectura popular, en las diferentes ciudades de la región se detectan matices y algunas diferencias generadas por los usos y modalidades sociales. Si bien en todas ellas los *colgadizos* o galerías sostenidas en pies derechos de madera dura y zapatas labradas caracterizan por igual a los diferentes tipos edilicios, su relación con lo público y lo privado marca algunas de estas diferencias. Es así como Asunción, Corrientes, poblados de sus jurisdicciones como Luque y Saladas, y Santa Cruz de la Sierra en el área chiquitana (actual Bolivia) compartieron una modalidad extrovertida de relación entre los espacios privados y públicos y sus galerías se vuelcan sobre los frentes edilicios, aportando espacios urbanos de tránsito y de sociabilidad que caracterizan a sus calles (Gutiérrez 1978, 44) y Gutiérrez y Sánchez Negrette 1988, 1:68).

Por el contrario, Santa Fe muestra comportamientos diferentes y las galerías, similares técnica y formalmente a las de aquellas ciudades, se recogen en la intimidad de los espacios domésticos, rodeando patios interiores y negándose al ámbito público (Calvo 2011, 189-190). Esta particularidad podría explicarse a partir de condiciones climáticas más templadas en parte del año, pero también en ciertas características propias en su conformación social que se acentúan en el siglo XVIII.

Esta arquitectura tradicional fue predominante hasta la segunda mitad del siglo XVIII cuando la creación del virreinato del Río de la Plata generó algunas asimetrías, quebrando el equilibrio interno de la región. La transculturación promovida por la clase dirigente del virreinato fue otro de los factores que socavó las bases de esta arquitectura popular al cuestionar la praxis constructiva desde las posiciones teóricas de la Ilustración. Los procesos históricos posteriores, la desintegración de los dominios españoles en América, los nuevos aportes inmigratorios, y la apertura de las regiones a nuevos mercados y economías, profundizaron su crisis hasta desplazarla totalmente de los centros urbanos primero y de los ámbitos rurales después.

Notas

1. Carta de Hernandarias al Rey, 14.04.1603. Transcripta en: Cartas y memoriales de Hernandarias de Saavedra. En *Revista de la Biblioteca Nacional*. 1891. Buenos Aires: Imprenta de la Biblioteca Nacional, 1:91
2. Relación de méritos del capitán Pedro Domínguez de Obelar. Archivo General de Indias: Charcas, legajo 109
3. Actas del Cabildo del 17.01.1575, 22.06.1576 y 27.06.1577. AGPSF: AC, 1: 3, 7 y 14v
4. Contrato de construcción de vivienda entre el capitán Juan de Vargas Machuca y el carpintero Juan Cabrera. Santa Fe, 06.08.1646. Archivo del Departamento de Estudios Etnográficos y Coloniales de Santa Fe (en adelante: DEEC): Escrituras Públicas 1:795
5. Testamento de doña Felipa Álvarez Holguín, Santa Fe, 5-VII-1690. DEEC: EP 5, f. 1041v
6. Acta del Cabildo del 06.05.1652. AGPSF: AC, 3:264v-6
7. Acta del Cabildo del 23.07.1590. AGPSF: AC, 2:123-124v
8. Acta del Cabildo del 12.10.1627. AGPSF: AC, 2:318v-324
9. Acta del Cabildo del 16.01.1617. AGPSF: AC, 1:100-101
10. Acta del Cabildo del 31.08.1656. AGPSF: AC, 3:491
11. Acta del Cabildo del 19.08.1651. AGPSF: AC, 3: 204v-205v
12. Acta del Cabildo del 04.04.1657. AGPSF: AC, 3: 520-521v
13. Acta del Cabildo del 29.03.1658. AGPSF: AC, 3: 555v/556
14. Mercedes de tierras otorgadas por Juan de Garay a Sebastián de Lencinas, Santa Fe, 26.11.1576. DEEC: Expedientes Civiles, 52:494/4v
15. Venta de Alonso Fernández Montiel al rector del Colegio de la Compañía, Santa Fe, 29.04.1620. DEEC: Expedientes Civiles, 52:475-79v
16. Testamento de Miguel de Ludueña, Santa Fe, 29.10.1698, DEEC: Escrituras Públicas 5: 1149v; y testamento de don Francisco de Agüero, Santa Fe, 04.05.1696, Escrituras Públicas 7:334.
17. De una memoria de los bienes embargados a Hernandarias de Saavedra, 1617, publicada por Manuel Ricardo Trelles en *La Revista de Buenos Aires*. 1866. Buenos Aires, 10:534-37
18. Testamento del capitán Diego Hernández de Arbaisa, Santa Fe, 05.06.1638. DEEC: Expedientes Civiles, 54:314v
19. Esta solución aparece mencionada de manera explícita en un documento de 1693 en que el cura Diego Fernández de Ocaña declara que tiene una casa con sus corredores «que defienden las tapias de dichas viviendas». DEEC: Escrituras Públicas 7:271).
20. Testamento de Feliciano Rodríguez, Santa Fe, 17.04.1606. DEEC: Expedientes Civiles, 52:116-30

Lista de Referencias

Calvo, Luis María. 2004. *La construcción de una ciudad hispanoamericana. Santa Fe la Vieja 1573-1660*. Santa Fe: Ediciones UNL.

Calvo, Luis María. 2011. *Vivienda y ciudad colonial. El caso de Santa Fe*. Santa Fe: Ediciones UNL.

Damianovich, Alejandro. 1986. En torno a la antigüedad del privilegio santafesino de Puerto Preciso. En *Revista de la Junta Provincial de Estudios Históricos de Santa Fe,* 56. Santa Fe.

Collado, Adriana y Luis María Calvo. 1987. «La iglesia y el Convento de San Francisco en Santa Fe». En *Arquitectura colonial argentina. Documentos para una historia de la arquitectura argentina* Bueno sAires: Ediciones Summa, 100-105.

De Paula, Alberto de. 1987. «Rasgos de identidad en la arquitectura rioplatense (Siglos XVI al XIX)». En *Summarios,* 110/111 . Buenos Aires: Ediciones Summa.

Furlong, Guillermo. 1962. *Historia del Colegio de la Inmaculada de la Ciudad de Santa Fe*. Buenos Aires: Sociedad de Ex-alumnos.

Furlong, Guillermo. 1946. *Arquitectos argentinos durante la dominación hispánica*. Buenos Aires: Editorial Huarpes.

Gutiérrez, Ramón. 1980. *Arquitectura colonial. Teoría y praxis (s. XVI-XIX).* Resistencia: Instituto Argentino de Investigaciones en la Historia de la Arquitectura y Urbanismo.

Gutiérrez, Ramón. 1978. *Evolución urbanística y arquitectónica del Paraguay. 1537-1911*. Resistencia: Departamento de Historia de la Arquitectura. Universidad Nacional del Nordeste.

Gutiérrez, Ramón y Ángela Sánchez Negrette. 1988. *Evolución urbana y arquitectónica de Corientes (1580-1850)*. Resistencia: Instituto Argentino de Investigaciones en Historia de la Arquitectura.

Lozano, Pedro. [1745] 2010. *Historia de la Conquista de las Provincias del Paraguay, Río de la Plata y Tucumán.* Buenos Aires: Academia Nacional de la Historia.

Paucke Florian SJ [c.1767]. 1944. *Hacia allá y para acá. Una estada entre los indios mocobíes de Santa Fe*. Universidad Nacional de Tucumán - Instituto Argentino-Germano.

Zapata Gollan, Agustín. 1971. *La urbanización hispanoamericana en el Río de la Plata*. Santa Fe: Imprenta Oficial.

Zapata Gollan, Agustín. 1983. «Ladrillos y tejas y marcas exhumadas en las Ruinas de Santa Fe la Vieja». En *América* 2. Santa Fe, Centro de Estudios Hispanoamericanos, 23-35.

Técnica de construcción en hierro (ss. XIX-XX): el sistema Polonceau. Construcciones singulares de Valladolid

María Soledad Camino Olea
María Ascensión Rodríguez Esteban
María Paz Sáez Pérez

Como consecuencia de la Revolución Industrial, el hierro en la arquitectura y en la ingeniería llega a España a mediados del siglo XIX. Los primeros ejemplos fueron los puentes, si bien, fue en la arquitectura donde su aplicación supuso un gran salto en la concepción constructiva de los grandes edificios, ya que permitía salvar grandes luces, haciéndolo especialmente propicio en los inmuebles en los que fuera necesario conseguir grandes espacios diáfanos. Tal hecho provocó que se levantaran magníficas construcciones cerradas con estructuras de hierro que, a día de hoy, permanecen en las ciudades como parte de su patrimonio arquitectónico.

Teniendo en cuenta que el hierro se utilizó en diferentes edificios públicos destinados a dar cabida a gran número de personas, como los palacios de exposiciones, las cárceles o los mataderos, en España, las construcciones que fueron máximos exponentes de la arquitectura férrea fueron los mercados de abastos y las estaciones de trenes. No debemos olvidar que en ambos casos, los edificios constituyen auténticos templos de masas, de uso cotidiano, y accesibles a toda la población. Estas tipologías van a ser las «herederas del planteamiento de Labrouste, quien conjugaba luz cenital y grandes espacios para lograr adecuar el ojo del espectador a las nuevas formas de expresión artística» (Martínez 2002).

El gran problema que se les planteaba a los técnicos era la sustentación de las cubiertas, quienes iban proyectando edificios con luces mayores, experimentando nuevas formas de carenas de hierro en las grandes Exposiciones Universales celebradas a lo largo del Siglo XIX. El primer sistema que se ensayó fue el de J. B. Polonceau, en las Exposiciones Universales de 1855 y 1867, que se caracterizaba por su ligereza y por la sencillez de construcción, mediante el uso de tirantes, una de las ideas más interesantes que se introdujo en el diseño de estructuras de grandes luces.

Posteriormente, se dio un salto hacia adelante, con la innovación de Henry Dión, quien puso en evidencia la rápida evolución de la tecnología del hierro en las estructuras, abandonando la clásica solución de cuchillos Polonceau y mostrando cerchas que carecían de tirantes y formaban un todo con la estructura portante, a su vez, unida a la cimentación. Claro ejemplo de ello lo encontramos en la Galería de Máquinas de la Exposición Universal de París de 1878. No obstante, en este campo, el progreso siguió, llegándose a levantar una Galería de Máquinas con arcos articulados en la gran Exposición de París de 1889, obra del arquitecto Charles-Louis Dutert y del ingeniero Victor Contamin.

Lógicamente, anterior a la Exposición Universal de 1878, en la que apareció el sistema De Dión, en el territorio español los grandes edificios de hierro se levantaban con cuchillos Polonceau, como fue el caso de las Estaciones de Ferrocarril de Alicante de 1858 (Dabrio 2014) o de San Sebastián de 1864. No obstante, a partir de aquella fecha y a pesar de que el

sistema De Dión fue revolucionario, todavía los técnicos seguían confiando en las cerchas Polonceau, como sucedió con las naves de la Estación de Delicias en Madrid (1879), el Mercado de Abastos de Huelva (1899) y de forma insistente en Valladolid donde se levantaron numerosos edificios con estructuras de hierro. En unos casos, estaban relacionados con el ferrocarril, como las Estaciones de Valladolid y de Medina del Campo, así como otros edificios anexos, como los destinados a depósito de locomotoras (González 1998), cocheras, almacenes y talleres, que se construyeron para la línea del Norte y para la de Valladolid-Ariza. Mientras que en otros, su uso era más local, destacando por encima de todos el mercado del Val (Camino 2005).

Permanecen en pie las dos Estaciones de Ferrocarril y el Mercado del Val, auténticos iconos de la arquitectura del hierro en esta provincia castellano-leonesa. Así mismo, se da la circunstancia de que en estos tres inmuebles las estructuras de cubierta son cerchas tipo Polonceau, teniendo en cuenta de que ya se tenía conocimiento de las carenas De Dión, que iban levantando en múltiples edificios del país (Navascués 2007).

Esta característica la hace propicia para realizar un estudio comparativo de las diferentes armaduras Polonceau que cubrieron estos tres edificios vallisoletanos de finales del siglo XIX, con el fin de establecer similitudes y diferencias en cuanto a sus dimensiones, remates, uniones, etc., que realizaremos apoyándonos en la documentación original de los proyectos y en los datos tomados in situ.

Descripción de los edificios

Hay que dejar constancia de que los técnicos responsables de los proyectos de estos inmuebles fueron ingenieros y arquitectos, si bien, como era muy frecuente en esta época, en la construcción de las estaciones los ingenieros prevalecieron sobre los arquitectos, aunque era habitual que las estaciones de ferrocarriles fueran resultado de la colaboración entre ambos profesionales. Mientras, los mercados de abastos fueron siempre proyectadas por arquitectos, generalmente técnicos municipales. Este hecho tiene su razón de ser, puesto que los mercados de abastos se consideraban obras municipales, por lo tanto promovidas por el consistorio, mientras que las estaciones de trenes pertenecían a grandes compañías que conseguían la concesión de determinadas líneas (Navascués 2007).

El mercado del Val

Siguiendo el orden cronológico de los edificios a estudiar, el primero de los tres que nos ocupan fue el Mercado del Val (Camino 1982), proyectado en 1878 por el arquitecto Municipal Juan Ruiz. Se trata de un edificio de una sola planta, de traza rectangular de 120,00 m × 19,00 m, con las cabeceras ochavadas y dos ejes de simetría en los que se sitúan los cuatro accesos, liberando los muros longitudinales donde apoyar los puestos de ventas. Tiene las esquinas achaflanadas, por lo que remata en sus laterales por un semioctógono, lo que hace de él un edificio singular, dentro de la tipología de los mercados de la época, que acostumbraban a terminar en testero. Destaca en él la linterna central sobre la cubierta que recorre longitudinalmente el edificio.

En cuanto a la construcción, sigue las pautas habituales de los mercados de época (Rodríguez 2014), combinando la fábrica de ladrillo en los cerramientos con el hierro en los pilares y en la estructura de la cubierta, la cual está resuelta con una sucesión de 28 cerchas Polonceau y dos semicerchas en las cabece-



Figura 1
Fotografía del interior del Mercado del Val (Autoras 2015)

ras, cerrando los extremos, formando en total ocho faldones de cubierta (figura 1).

Este mercado, que se proyectó junto con otros dos para la capital vallisoletana, fue objeto de una importante problemática, respecto a la fiabilidad de su estructura, lo que dio lugar a una sucesión de informes y contrainformes, con el fin de realizar las pertinentes comprobaciones de resistencia (Camino 2005).

La Estación del Norte de Valladolid

Doce años después, en 1890, el ingeniero franco-español Eugenio Grasset y Echevarría y posteriormente el arquitecto Salvador de d'Armagnac, técnicos de la Compañía de Ferrocarril del Norte, concesionaria de la línea Madrid-Irún, realizaron proyectos para la Estación del Norte, hoy estación Campo Grande, muy similares de los que se construyó el del arquitecto D' Armagnac. En el proyecto se contemplan os partes claramente diferenciadas, el edificio de viajeros y demás dependencias ferroviarias necesarias y la gran marquesina de hierro que cubre las vías, formada por una sucesión de 14 cerchas Polonceau con una linterna en la cumbrera y testeros con una estructura singular que se proyectaron cerrados por una cortina de cristal donde se ubica el reloj (figura 2).

Al tratarse de una estación de paso, el edificio se sitúa en el lateral de las vías. Sin embargo, tiene forma de U, como era habitual en las estaciones término, tal y como codificaba Daly en 1846 a las posibles soluciones de distribución de las estaciones de trenes (Navascués 1980).

El edificio se enmarca dentro del estilo ecléctico con tendencias clasicistas (Virgili 1988), que se combina con la modernidad del hierro. Está levantado en dos alturas en las que se distribuye una sucesión de huecos en medio punto en la planta baja y de vanos adintelados en la primera. Posee un cuerpo central adelantado, presidido por un frontón, que recoge la entrada de viajeros, ensalzado, a su vez, por ocho pilastras pareadas que recogen tres esbeltas puertas de acceso, también en arco de medio punto. Los materiales empleados en su construcción fueron los tradicionales, la piedra en los elementos ornamentales y la fábrica de ladrillo prensado en los muros.

En contraposición al edificio, se levantó la impresionante marquesina de hierro y cristal de las vías, auténtico símbolo de progreso y modernidad para la ciudad, ya que no hay que olvidar que se convirtió en la puerta de acceso a Valladolid. Esta marquesina tiene un desarrollo de 113,40 m, igualando la longitud del edificio, y una luz de 20 m que protege dos andenes, volando en el extremo exterior con una ménsula.



Figura 2
Marquesina de la Estación del Norte de Valladolid (Autoras 2015)

Viene a ser una reproducción de la Estación del Norte de Madrid (1881), que fue proyectada por Mercier con la colaboración de otros técnicos más, entre los que se encontraba el citado Grasset; de ahí la similitud con la de Valladolid en el diseño de la cercha Polonceau y de las cortinas de cristal de los extremos[1] (González 1994).

La Estación de Medina del Campo

En 1896 el ingeniero de la Compañía de Caminos del Hierro del Norte de España, Vicente Sala, proyectó la Estación del Medina del Campo, municipio que, por su situación geográfica, se convirtió en un nudo ferroviario de gran importancia y principal distintivo de la ciudad. Es posible que en las obras participara el arquitecto de la compañía, Salvador d'Armagnac, quien quizá reformara el proyecto original de Sala.

Esta estación está compuesta por varias construcciones dispersas, si bien, en este trabajo sólo cabe describir la principal, que se sitúa paralela a las vías, al igual que sucedía en la ya citada de Valladolid. Posee traza ortogonal de dimensiones 102,00 m × 12,50 m, con una composición simétrica, tanto en planta como en alzado. En lo que se refiere al alzado, tiene un claro estilo ecléctico, siguiendo las pautas de las estaciones francesas del momento, destacando el cuerpo central que recoge el acceso de viajeros, siendo más esbelto que los laterales adosados a él, donde se sitúan las dependencias ferroviarias que unen aquél con los pabellones o martillos[2] (Centenario 2002).

Los materiales empleados para su construcción fueron similares a los que se usaron para la estación de Valladolid, ladrillo prensado en entrepaños y piedra en los elementos ornamentales, tales como pilastras, impostas, cornisas y arcos.



Figura 3
Estación del ferrocarril de Medina del Campo (Autoras 2015)

No obstante, es la imponente marquesina de hierro la que imprime majestuosidad a esta estación. Tiene la misma longitud que el edificio y está formada por 8 cerchas Polonceau, apoyadas en pilares de fundición y los impresionantes remates de los testeros, formando un entramado metálico triangulado. Aunque es más corta que la Estación de Valladolid, la supera en anchura, ya que en este caso la marquesina protege tres andenes, alcanzando una luz de 35 m, más un vuelo en el extremo exterior, que amplía la cobertura. Carece de lucernario en la cumbrera (figura 3).

Las cerchas Polonceau

Dejando aparte el diseño arquitectónico de los edificios que nos ocupan, el primero de los retos con el que se encontraban los técnicos encargados de los proyectos estribaba en definir el modelo de estructura metálica de cubierta que, aun siendo innovador en ciertos aspectos, en lo principal no dejaban de ser reproducciones de otras ya levantadas, y diseñadas por los técnicos de las fundiciones (Bérchez 2005) y de esquemas con cálculos que aparecían en las publicaciones de la época. En los casos que nos ocupan y, como hemos apuntado, a pesar de que ya eran conocidos otros diseños más innovadores, los tres técnicos se decantaron por el sistema de cerchas Polonceau.

La cercha Polonceau tiene su nombre de su inventor, J. B. Polonceau, quien en 1836 ideó este sistema para la nave de trenes de la línea París-Versalles-Orilla Izquierda, en la que combinaba madera y tirantes metálicos (Dabrio 2014). De hierro colocó este tipo de armadura en la estación de Orleans, en París, con la que alcanzó una luz de 51,35 m.

En España, la primera vez que se utilizó el sistema de cerchas Polonceau fue en la construcción de los muelles de mercancías de la Estación de las Delicias (1879). Aunque sin duda alguna, la máxima representación de las carenas Polonceau la encontramos en la Estación del Norte o del Príncipe Pío de Madrid (1881), propiedad de la Compañía de los Caminos del Hierro del Norte.

Los cuchillos Polonceau se caracterizan por tener un diseño sumamente convencional y liviano, forma-

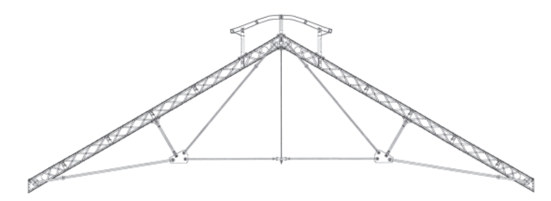


Figura 4
Cercha tipo Polonceau del Mercado del Val (autoras 2015)

do por dos pares rectos, con secciones en doble T, a los que llegan tornapuntas que suelen tener sección en cruz y tirantes oblicuos que los refuerzan, de manera que se forman vigas armadas.

> Las armaduras sistema Polonceau son Verdaderas vigas armadas compuestas cada una de sus cerchas de dos pares con tornapuntas de fundición ó bielas, de sección de cruz y más abultadas en el medio que en los extremos, y que por su extremidad inferior se sostienen con tensores de hierro (Revilla 1908, 191).[3]

Este sistema de tornapuntas permite dar más holgura a la luz, sin tener que recurrir a grandes perfiles, pudiendo utilizarse los formatos convencionales que hay en el mercado «lo que motiva el que pueda reducirse el peso del hierro a razón de cada metro cuadrado, en el caso de cubrir grandes espacios, lo que motiva una visible economía» (Rovira y Rabassa 1900, 519)

Las cerchas del Mercado del Val son una muestra clara del diseño que aparecía en los manuales de la época: «Los pares en las cerchas Poloncean son de hierro en T para luces pequeñas, en doble T para las luces medias, y de viguetas compuestas, con alma, ó de celosía, para las grandes; las bielas generalmente de fundición, fijándose á los pares en su punto medio ó en tres de ellos por una de sus extremidades en forma de espiga con taladro por el que pasa un perno que las coge entre dos placas de unión, habiéndolas también de dos hierros laminados en T unidos por las palas, ó de cuatro de ángulo; los tirantes son de hierro forjado, redondos, roscados por sus extremos ó con un ojal en cada uno según la sujeción. Las correas de hierro se ensamblan por dos cantoneras en cada extremo ó se colocan encima de los pares uniéndose á ellos por escuadras ó piezas especiales de fundición» (Revilla 1908, 192). La T a la que se alude en esta publicación en la cercha del Mercado del Val se soluciona con dos perfiles en L, o cantoneras.

Cuando las luces eran pequeñas, de hasta 15 metros, los cuchillos Polonceau eran sencillos, con dos tornapuntas con cinco tirantes por cada par, que se ejecutaban con perfiles simples de hierro en T o en doble T. Sin embargo, para luces mucho mayores o con una considerable separación entre cerchas, existían dos soluciones, por una parte, colocar cerchas Polonceau compuestas, formadas por seis tornapuntas y trece tirantes, dividiendo cada par en cuatro partes (figura 5) o bien se recurría a las cerchas Polonceau sencillas, de dos bielas, pero con jácenas compuestas de alma de celosía (figura 4). Este sistema se utilizó en España por primera vez en 1881, en la marquesina de la Estación del Norte de Madrid, en la que el ingeniero Mercier transformó los pares simples de doble T, de la clásica carena Polonceau, en vigas armadas con alma en diente de sierra, logrando salvar una luz de 40 m.[4]

La cercha Polonceau sencilla con cordón superior en celosía fue la elegida por Ruiz Sierra en el Mercado del Val, por D'Armagnac en la Estación de Valladolid y por Salas en la Estación de Medina, salvando luces de 18,90 m, 20,00 m y 35,00 m, respectivamente.

Las soluciones Polonceau de los tres ejemplos

Estudiando detalladamente los cuchillos de las tres estructuras, se plantean diferencias, no sólo en lo referente a las luces y a las distancias entre cerchas, sino también en la configuración de la celosía de los pares, en los nudos, en las correas y en los apoyos.

Otro elemento a considerar son las pendientes de los pares, siendo la más común de 21˚, que servía como ejemplo en los cálculos de los manuales de la época. Esta misma pendiente la encontramos en las Estaciones de Valladolid (figura 6) y de Medina del Campo. Pocos grados más tienen los faldones de la cubierta del Mercado del Val, que se ejecutó con 25˚.

Es indudable que la pendiente del cordón superior de la cercha, no solamente se tiene en cuenta el cálculo de la misma sino también el material de cobertura. De esta manera, el mercado del Val tiene teja plana que, por cuestiones de estanquidad al agua de lluvia, necesita mayor pendiente que la chapa galvanizada ondulada de los proyectos de las marquesinas de las estaciones.

Figura 5
Cercha Polonceau compuesta. Lámina nº29 (Rebolledo 1876)

Las cerchas están compuestas por varios elementos, cada uno de ellos con una función específica en la resistencia: el cordón superior o par, que da la pendiente a la cubierta, y que trabaja a flexión y compresión; los tornapuntas o bielas que trabajan a compresión y los tirantes que trabajan a tracción.



Figura 6
Mercado del Val (Autoras, 2012)

Los pares

En los tres edificios objeto de estudio, los pares son vigas armadas con el alma en celosía, si bien, cada uno muestra un diseño y canto total diferentes. De esta manera, encontramos la figura en diente de sierra en la Estación de Valladolid, mientras que el Mercado del Val y la Estación de Medina comparten esquema, mostrando Cruces de San Andrés. No obstante, su ejecución es completamente diferente, ya que, mientras que en la Estación, las aspas están formadas por perfiles en L o cantoneras, en el Mercado lo están por piezas de palastro.

Lógicamente, el hecho de que las piezas de las celosías sean palastros o L, supone una ejecución completamente diferente, ya que los perfiles que componen las alas de los pares toman la forma en función de los del alma. De esta manera, cuando el aspa está formada por palastros, las alas consisten en cuatro cantoneras entre las cuales están encepadas las aspas formando celosías, como es el caso del Mercado del

Val. Sin embargo, cuando los perfiles del alma son en L, no hay más solución que colocar perfiles en T, donde roblonar aquellas L, tal y como hicieron los técnicos en las Estaciones de Valladolid y Medina del Campo, respectivamente (figuras 7 y 8).



Figura 7
Estación de Valladolid (Autoras, 2015)



Figura 8
Estación de Medina del Campo (Autoras 2015)

Las correas

Es habitual que las correas también sean vigas armadas en sistema de celosía, que discurren perpendiculares a los cuchillos. En estos casos, tienen igual factura que los pares, aunque menos canto, y su ejecución es similar pudiendo compartir el mismo diseño, como así lo decidió D'Armagnac para la Estación del Norte de Valladolid. En otros casos, las celosías de las correas adoptan una forma diferente a la de los pares, como en la Estación de Medina en la que Salas cambia las aspas por dientes de sierra. Por otra parte, la mayor diferencia la encontramos en el Mercado del Val, donde las correas corresponden a perfiles simples en L o cantoneras.

Otra diferencia importante entre estos tres ejemplos estriba en el ángulo de colocación de las correas con respecto a los pares y en su dimensión ya que pueden tener el mismo canto que los pares o ser menor. En este sentido, tan sólo el Mercado del Val tiene las correas perpendiculares al faldón, mientras que las de las estaciones adoptan una posición vertical. Por lo que se refiere a su altura, las proyectadas por d'Armagnac para la Estación de Valladolid ocupan toda la cota de los pares, mientras que Salas, en la Estación de Medina, las colocó con una dimensión menor.

Respecto al ensamble del par con las correas, éste se realiza mediante «hierros de ángulo roblonados a toda la altura del alma, tanto del par como de la correa, y á más, con el auxilio del acodamiento de las cantoneras y un refuerzo en los platillos inferiores de la correa» (Barberot 1927, 351).

Los nudos

El encuentro de varias barras forman un nudo, de manera que en las cerchas Polonceau podemos encontrar distintos nudos, en función de las piezas que se unan. Por su trascendencia en el comportamiento de las cerchas destacamos los siguientes: Nudo 1. Pie, arranque o asiento del cuchillo. Nudo 2. Ensamble de las bielas y los tirantes. Nudo 3. Caballete, donde se unen los pares, los tirantes y la hilera (figura 9).

Nudo 1: es el arranque o asiento del cuchillo en el que se ensamblan los pares con el tirante. La solución pasa por reforzar el extremo del par, para la cual se sustituye la celosía por una chapa que se refuerza con pletinas y se perfora para dar cabida a un pasa-

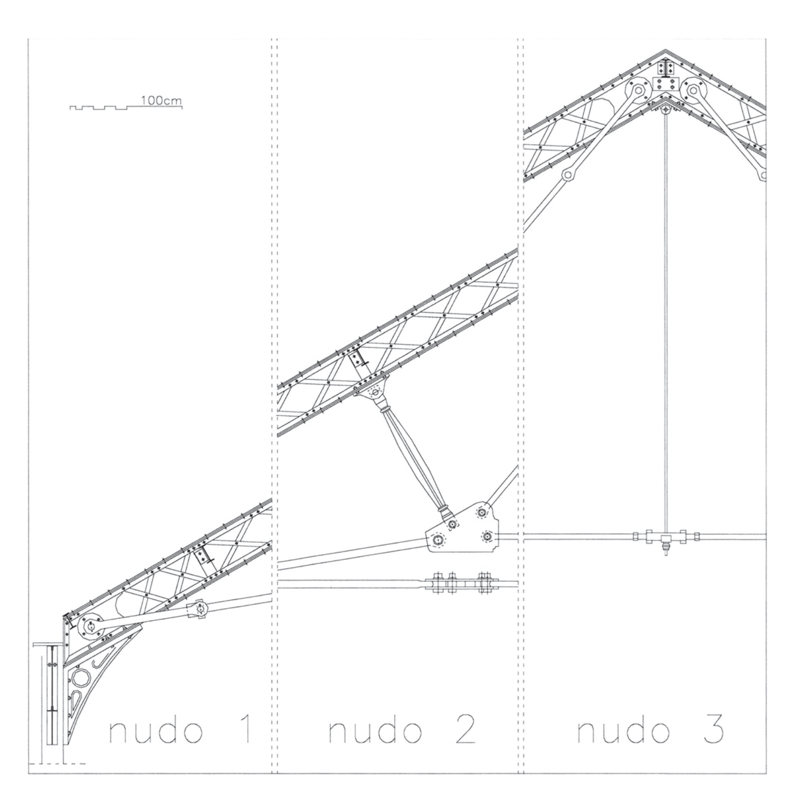


Figura 9
Detalle de los nudos (dibujo autoras 2015)

dor que engancha el tirante. Así lo explicaba Barberot en su tratado de edificación: «reforzar el par mediante una chapa de palastro que lleva unas platinas o discos, en cuyo eje se perfora para dar cabida a un pasador en el que se prende una horquilla que enlaza con el tirante horizontal mediante grandes tornillos roscado» (Barberot 1927, 351).

Generalmente, los apoyos de las cantoneras se producen en pilares de fundición, resolviéndose mediante ménsulas que llevan la pendiente del faldón. En las dos estaciones de ferrocarril, el apoyo opuesto al edificio se resuelve con doble ménsula, con el fin de alargar la cubierta un metro más.

Nudo 2: Bielas y tirantes. Las bielas, llamadas también tornapuntas, «son piezas sometidas a compresión, que tienden a ser levantadas por los tirantes y alivian al par en su punto medio» (Barberot 1927, 351). Casi siempre son de hierro fundido y suelen tener sección cruciforme. Este diseño se consigue de una sola pieza, o acoplando dos hierros en T, o bien, uniendo dos palastros con cantoneras. Trabajan a compresión y su función es la de aliviar la carga de los pares en su punto medio. Se articulan en los extremos de unión con los tirantes y con el par, adoptando formas cónicas, terminadas por rodelas con anillos para poder unirse a los pares.

Esta solución convencional fue usada por el arquitecto del Mercado del Val, sin embargo, las dos estaciones de trenes carecen de biela, conforme a lo que era habitual, siendo sustituidas por barras cilíndricas, semejantes a los tirantes que, al igual que éstos, se unen mediante un ojo en los nudos.

Nudo 3: Caballete. En el caballete se unen los pares con los tirantes y el pendolón. El ensamblaje de los pares se realiza mediante un refuerzo de chapas donde se roblona la hilera mediante cantoneras. Este elemento también es diferenciador en los cuchillos Polonceau, ya que los tirantes y el pendolón se pue-

Edificio	Mercado del Val 1882	Estación de Valladolid 1890	Estación de Medina del Campo 1902
Dimensión de la estructura	120,00m x18,90 m	113,40 m x 20,00 m	102 m x 35,00 m
Separación entre cerchas (media)	3,80 m	7,55 m	11,3 m
Desarrollo	Simétrico	Asimétrico con vuelo en un faldón	Asimétrico con vuelo o en un faldón
Remates laterales	Semicuchillos formando un octógono	Testeros con entramado metálico	Testeros con entramado metálico
Cumbrera	Con linterna	Con linterna	Sin linterna
Diseño de los Pares	Cruz de San Andrés	Diente de sierra	Cruz de San Andrés
Perfiles del alma	Palastros	Perfiles en L	Perfiles en L
Diseño de las correas	Perfiles simples en doble T	Diente de Sierra	Diente de Sierra
Altura de las correas	¾ de los pares	Altura de los pares	Ligeramente inferior a la altura de los pares
Disposición de las correas	Perpendicular al faldón	Vertical	Vertical

Tabla 1
Datos característicos de las cerchas Polonceau de los tres edificios estudiados

den ensamblar directamente a las chapas reforzadas de los pares, como es el ejemplo de Mercado del Val, o bien, utilizar placas auxiliares que cuelgan de los pares, como se resolvió en las dos Estaciones de Ferrocarril. En cualquiera de las soluciones, los tirantes rematan en una horquilla perforada que abraza las chapas y que es atravesada por un pasador. Mientras, el pendolón, que tiene menor sección que los tirantes, se encepa en las chapas.

A modo de resumen en la tabla 1 figuran los datos característicos de las cerchas de los tres edificios que se están estudiando.

Conclusiones

Son varias las conclusiones que extraemos de este estudio. La primera de ellas es que el sistema de cercha Polonceau fue masivamente utilizada en la construcción de cubiertas de hierro, y de manera especial en Valladolid, traspasando la frontera del año 1878, en la que las cerchas De Dión de la Exposición Universal de París revolucionaron las estructuras de grandes luces.

Es muy probable que este hecho tenga que ver con la información con la que contaban los técnicos, que se publicaba en manuales de la época, en los que aparecen de manera detallada los sistemas constructivos de las cerchas Polonceau, incluso con tablas y cálculos de los perfiles, en función de las luces.

Por otra parte, a pesar de que los cuchillos Polonceau parten de un sistema estructural común con pares, hileras, bielas y tirantes, los técnicos recurrían a diferentes cantos y soluciones, adaptados a las luces que querían cubrir, coincidiendo en colocar pares de celosía, que permitía cubrir grandes luces, con menor peso.

Llama la atención el hecho de que el Mercado, proyectado por un arquitecto sea el menos arriesgado, adoptando soluciones de «libro» en todos sus elementos, mientras que las dos estaciones muestran ligeras innovaciones que las hacen diferentes de lo que era habitual. Respecto a esta conclusión, hay que

considerar que las luces a salvar son muy diferentes, siendo muy superior en la Estación de Medina del Campo, lo que, sin duda, llevó al técnico a adaptar las cerchas a esta dimensión.

Notas

1. En el proyecto original, el arquitecto hacía alusión a las dimensiones de la marquesina y al remate con las cortinas de cristal. Copia del proyecto original de la Estación «Su anchura será de 23^{m} y su altura de 6^{m} desde el nivel de los raíles a la cristalería (rideau) o remate de los extremos».
2. Muestra temporal de fotografías. Medina del Campo 5 al 15 diciembre 2002.
3. En la bibliografía sobre construcción de la época ya existían tratados y manuales en los que se hacía un estudio profundo sobre el uso del hierro en la arquitectura, especificando los tipos de cuchillos de hierro, incluso los detalles de las diferentes uniones y los cálculos de los diferentes elementos. Entre ellos, cabe destacar la obra del el Ingeniero D. José A
4. Este autor se entretiene en describir las formas de los hierros empleados en la construcción, las uniones, los ensambles, los roblones, los tornillos, con los cálculos de todas las piezas y, como mención especial, los tipos de hierro y sus características desde el punto de vista constructivo.

Lista de referencias

Barberot, E. 1927. *Tratado práctico de edificación.* Gustavo Gili Editor, Barcelona.

Bérchez Gómez, J. 2005. *Moneo Hijo y Cía. La modernización de la imagen urbana de Salamanca a finales del siglo XIX.* Catálogo de la exposición. Ayuntamiento de Salamanca

Camino Olea, M. S.; J. Monjo Carrió y S. Vega Amado. 1982. «Estudio Histórico-constructivo del Mercado del Val de Valladolid». *Estudios e investigaciones. ASIC.* Revista trimestral, año 7, nº 25.

Camino Olea, M.S. 2005. «Los tres mercados de hierro de la ciudad de Valladolid». *Actas del Cuarto Congreso Nacional de Historia de la Construcción, Cádiz, 27-29 enero 2005.* Ed. S. Huerta, Madrid: Instituto Juan de Herrera, SEdHC, Arquitectos de Cádiz, COAAT Cádiz.

Centenario de la Estación de Ferrocarril de Medina del Campo. 2002. *Imágenes de la Estación. Muestra temporal de fotografías.* Medina del Campo 5 al 15 diciembre 2002. http://www.museoferias.net/estacion.htm

Dabrio Soldán, M. y R. Pujazón. 2014. «Arquitectura del hierro y el sistema Polonceau para un nuevo concepto de Mercado». *http://huelvabuenasnoticias.com/2014/06/13/arquitectura-del-hierro-y-sistema-polonceau-para-un-nuevo-concepto-de-mercado/*

González Fraile, E. 1994. *Las Arquitecturas del Ferrocarril. Estación de Valladolid.* Tesis doctoral no publicada. Universidad de Valladolid.

González Fraile, E. 1998. «El depósito de máquinas de la estación de Valladolid». *Actas del Segundo Congreso Nacional de Historia de la Construcción, A Coruña, 22-24 octubre 1998*. Eds. F. Bores, J. Fernández, S. Huerta, E. Rabasa, Madrid: Instituto Juan de Herrera, SEdHC, U. Coruña, CEHOPU.

Martínez Matia, A. y A. Apraiz Sahagún. 2002. *La arquitectura del hierro en Bilbao y su relación con la pervivencia clásica.* Estudios Vascos, Sancho El Sabio, 17, 31-54.

Navascués, P. e I. Aguilar,. 1980. *Introducción a las arquitecturas de las estaciones de España. El mundo de las estaciones.* Ed. Ministerio de Cultura. Madrid.

Navascués Palacio, P. 2007. *Arquitectura e ingeniería del hierro en España (1814-1936).* Ediciones El Viso. .

Rebolledo, J.A. 1876. *Tratado de construcción general*. Imprenta de los hijos de J.A. García. Madrid

Revilla y Cifre, R. 1908. *Nociones de edificación aplicada a la construcción de talleres y establecimientos fabriles*. Ed. Atlas. Segovia.

Rodríguez Esteban, M. A. 2014. *La arquitectura de ladrillo en Zamora y su construcción (1888-1930).* Ed. Instituto de Estudios Zamoranos Florián de Ocampo. Zamora.

Rovira y Rabassa, A. 1900. *El hierro, sus cortes y enlaces.* Ed. Librería de Ribó y Marín. Barcelona.

Virgili Blanquet, M. A. 1988. *Arquitectura y Urbanismo en Valladolid en el siglo XX.* Ateneo, D.L. Valladolid.

Sistema constructivo de la Torre del Príncipe del Castillo de La Glorieta

Darío Canseco Oliva
Cintia Olivia Sandi Copa

La presente publicación busca dar a conocer no solo un elemento singular como es la torre del Príncipe del Castillo de La Glorieta sino también comprender cuales las raíces intrínsecas que dan lugar a esta construcción, es ahí donde radica la importancia de saber quiénes fueron los propietarios, la formación académica, la posición económica a la que pertenecieron y los países que pudieron visitar; todo esto se reflejará en el estilo del Castillo, que se traducirá también en la torre del príncipe que refleja un estilo propio con un sistema constructivo diferente al de toda la construcción y las proporciones utilizadas en su diseño, la utilización del pie para el dimensionamiento de las distintas partes, como ser los diámetro de la circunferencias, las alturas de la torre, de las aberturas y de los elementos decorativos.

Príncipes de la Glorieta

En el siglo XIX cuando la actividad económica más importante en Bolivia era la minería, nace en Potosí Francisco Argandoña, hijo legítimo del minero Don Mariano Argandoña y la muy respetable matrona Sra. Luisa Revilla; el año de 1872 contrae nupcias con la señorita Clotilde Urioste Velasco, que nace en Sucre y es Hija de Meliton de Urioste y Clotilde Velasco.

En la documentación consultada, la que otorga mayores referencias de la vida de los esposos es Inmemoriam, El príncipe de la Glorieta, Sr. Francisco Argandoña, del cual extraeremos varias citas, que nos ayudarán en el análisis. Francisco Argandoña fue uno de los mineros más importantes del país, fue accionista de la mina de Huanchaca; «los reiterados paseos que hizo por los estados de América y los del viejo mundo, no solo respondían a la recreación de un espíritu vanidoso, sino también a la satisfacción de una necesidad moral e intelectual» (Inmemoriam, El príncipe de la Glorieta, Sr. Francisco Argandoña 1910, 19), en «1884 inició sus servicios en calidad de adjunto civil ad honorem en la Legación acreditada cerca del Gobierno de la Moneda» (Inmemoriam, El príncipe de la Glorieta, Sr. Francisco Argandoña 1910, 21); gracias al buen desempeño de sus funciones, «en 1887 fue incorporado como adjunto a nuestra Legación en Francia, fijando su domicilio en el magnífico palacio perteneciente a los deudos de la emperatriz Josefina, situado en la Avenida de los Campos Elíseos Nº 44» (Inmemoriam, El príncipe de la Glorieta, Sr. Francisco Argandoña 1910, 22) (figura 1).

En la exposición Universal de París de 1889, «representó a Bolivia como Delegado de su Gobierno» (Inmemoriam, El príncipe de la Glorieta, Sr. Francisco Argandoña 1910, 22); el año de 1892 a su retorno al país y bajo los consejos de su cuñado Aniceto Arce, Don Francisco adquiere un terreno, con algunas las particularidades que describe Tapia: «terreno de 16 hectáreas de extensión que corrían paralelas al río estaba ubicado en la ladera de un cerro, sector eminente rocoso» (Tapia 1984), ubicado a 5 Km. de la ciudad de Sucre; el año de 1893 encargan al arqui-



Figura 1
Fotografía del salón de la legación de Bolivia en Francia (Sucre capital de Bolivia 1897)

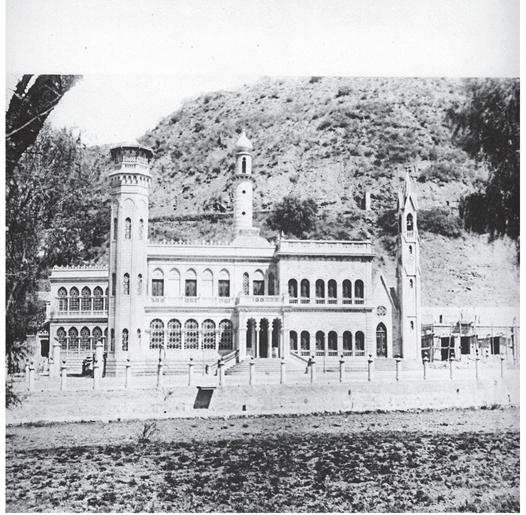


Figura 2
Fotografía del Castillo de la Glorieta (Sucre capital de Bolivia 1897)

tecto italiano Antonio Camponovo la construcción de su residencia en el terreno denominado La Glorieta, que se realizará bajo la influencia de la arquitectura romántica e historicista (figura 2), opinamos que tiene relación directa por su estadía en Francia, sus diferentes viajes y su asistencia a la exposición universal de Paris, que como describe Alonso «la exposición universal celebrada en París en 1889 señala el apogeo de este eclecticismo y, en cierta manera, el apogeo del propio siglo XIX» (Alonso 2009, 198), estilo característico y de moda en Europa, utilizado por los poderes sociales de esa época.

A partir de 1893 Don Francisco recibirán el título de Ministro Plenipotenciario y radicará en compañía de su esposa en Europa, donde realizará diferentes visitas oficiales a Alemania, Roma, Rusia, Turquía, Francia y Madrid.

Uno de los viajes que marcó la vida de los esposos fue la realizada a Roma, donde fueron declarados Príncipes de la Glorieta (figura 3), por su carácter filantrópico, como se indica en la Bula Papal del Inmemorian, El príncipe de la Glorieta, Sr. Francisco Argandoña:

> Bula de erección del Principado de la Glorieta, otorgada por S.S. el Papa León XIII, al Sr. Francisco Argandoña y Su esposa Da. Clotilde U. de Argandoña.
>
> A nuestro estimado hijo Francisco Argandoña, Ministro en Francia de la República de Bolivia, con instrucciones libres.
>
> Estimado hijo: salud y bendición apostólica.
>
> Los méritos eminentes de vuestro talento que os han hecho realizar obras expléndidas, y sobre todo el celo y cuidados que prodigáis asiduamente con vuestra esposa, a los niños huérfanos, de manera que por los gastos onerosos de una bienhechora institución, que es un alivio de su infortunio os hacéis evidentemente dignos a que os confiramos un título de honor elevado, que sea una recompensa á vuestros méritos y un testimonio palpable de nuestra benevolencia para con vosotros. Es por eso, que á os absolvemos y declaramos excentos de todas las condenaciones eclesiásticas, censuras y penas de cualesquier clase que ellas sean, ó por cualesquier causas que ellas hayan sido pronunciadas, y en las que podías haber incurrido; por estos documentos y por Nuestra Autoridad, os hacemos, establecemos y proclamamos *Príncipes de la Glorieta* (Inmemoriam, El príncipe de la Glorieta, Sr. Francisco Argandoña 1910, 26). Dado en Roma, en San Pedro, bajo el anillo del Pescador, el 28 de Diciembre de 1898, año 21 de nuestro Pontificado. (Inmemoriam, El príncipe de la Glorieta, Sr. Francisco Argandoña 1910, 27).

Es importante aclarar que los príncipes fueron poseedores de una las riquezas más importantes del país, desarrollaron todas sus actividades diplomáticas ad honoren, efectuando todos los gastos de manera particular, puesto que en esa época la Cancillería no facilitaba los medios.



Figura 3
Fotografía lienzo de la visita de los esposo Argandoña al Papa León XIII (Sandi, 2007)



Figura 4
La Glorieta. Vista General del parque. (Sucre capital de Bolivia 1897)

Castillo de La Glorieta

La denominación de Castillo de La Glorieta, remonta sus raíces al término francés château, para mencionar a esta mansión que estaba alejada de la ciudad y compuesta por el bloque principal, las caballerizas, orfanato y amplios jardines (figura 4).

Gisbert y Mesa hacen la siguiente descripción respecto a La Glorieta:

> Esta mansión es uno de los más interesantes edificios eclécticos del período; pues se compone de un conjunto de cuerpos diferentes, cada uno de ellos realizado en un estilo diferente. De izquierda a derecha aparece una torre románica coronada por mirador de cristales, hay un pórtico de arcos polilobulados y detrás resalta el alto minarete con remate bulbiforme. Hace esquina con el edifico principal un palacio florentino del siglo XV; a este se adosa una capilla con campanario de estilo gótico; la estructura concluye en larga galería interpretada en renacimiento francés. Hay que reconocer que para Camponovo el encargo tuvo que ser un verdadero «tour de force», pues se le pedía reunir la historia de la arquitectura en un solo edificio. Por el resultado, podemos juzgar que salió airoso del encargo, pues en medio de tan gran superposición de estilos hay una cierta unidad que hace agradable el conjunto aunque exótico. La decoración interior es digna de un palacio europeo del último tercio del siglo XIX (Gisbert y Mesa 2012, 3: 24-25)

Afirmaciones que merecerán un detallado y posterior estudio, debido a que en la actualidad no se cuenta con ningún plano o información gráfica referente al diseño.

El Castillo de La Glorieta, fue construido por un valor aproximado de 150 mil libras oro, los únicos materiales utilizados del sector fueron la cal, arena, madera y cerámica; metales, vidrios, parquet, mármol, espejos y todos los materiales de obra fina importados de Europa.

El Castillo de la Glorieta de estilo ecléctico característico del siglo XIX, que para Alonso es: «Quizás la característica más representativa… está definida por la aparición de una cultura historicista producida por el acercamiento a muy distintas arquitecturas, geografía e históricamente dispersas». (Alonso 2009, 194); Gutiérrez describe que «la arquitectura del siglo XIX en Occidente está enmarcada en buena medida por reacción contra las normas de la academia» (Gutierrez 2008) y hace comprensible que la cultura de los viajes y las exposiciones universales fueron vías de penetración del neoárabe a diferentes regiones geográficas, el caso de la Alhambra y la influencia que tuvo en Estados Unidos, la región caribeña, México y Centroamérica, la región andina y países del cono sur; de dichas manifestaciones neoárabes. Algunos ejemplos que

guardan una relación con las características del Castillo como el Palacio de Asilo del Valle en Cienfuegos uno de las representaciones más importantes del neoárabe en Cuba, donde podemos destacar la tres torres que representan el amor, la religión y la fuerza; significados que también podrían traducirse de forma evidente en el Castillo y con marcadas diferencias formales.

Torre del príncipe

Un elemento fundamental por el que debemos comenzar es la mención respecto de la utilización como unidad de medida el «pie» (0,3048 m), la cual establece ciertas relaciones proporcionales genéricas en la composición general: el diámetro de la base de la torre, genera una modulación de nueve veces con respecto a la altura de la torre; ocho veces hasta la altura del pasamanos de la galería abierta (figura 5).

Las dimensiones internas están trazadas con la unidad de medida ya mencionada «el pie». La planta base esta trabajada con un diámetro externo, de nueve y medio pies; en la parte interna de seis y medio pies y la grada tiene una luz de dos y medio pies (figura 6). En su parte superior el diámetro externo es de siete pies; el diámetro interno es de cinco y un tercio de pie; la luz de la grada es de dos pies (figura 7).

El trabajo de detalle de los elementos decorativos como funcionales, siguen una rigurosa simetría en base a dos ejes ortogonales formados por los diámetros de la base trazados a partir del acceso a la torre, estos generan la ubicación de los 22 óculos contrapuestos, cinco sobre el ingreso alineadas verticalmente y en el lado opuesto se trabajan elementos decorativos, exactamente con las mismas formas pero estas son solo elementos decorativos, trabajados con molduras. En el eje transversal al anterior (diámetro) se ubican seis óculos a cada lado alineados verticalmente, de tal manera que solo se abren las seis que tiene vista hacia el castillo y también iluminan la escalera helicoidal que nos lleva a la galería abierta. Todo se desarrolla en la forma de un cono truncado de cincuenta y nueve pies de altura hasta la base del arranque de las ménsulas (figura 8).

El acceso a la torre, son puertas con arco túmido trazado a un cuarto de la altura total del vano, con un ancho de dos pies; la salida (con vista hacia el castillo) a la galería abierta, alineada con los óculos, tiene de las mismas características ya descritas, las alturas alcanzan los ocho pies (figura 9). Los óculos están trazados con un radio de uno y medio pies (figura 10).

La galería abierta tiene una luz de tres y medio pies, soportada por veinte ménsulas, con una altura de un pie y tres cuartos. La baranda posee balaustrada metálica trabajada en fierro forjado con ornamentación sencilla (figura 7).

La torre remata en una cúpula bulbiforme, donde

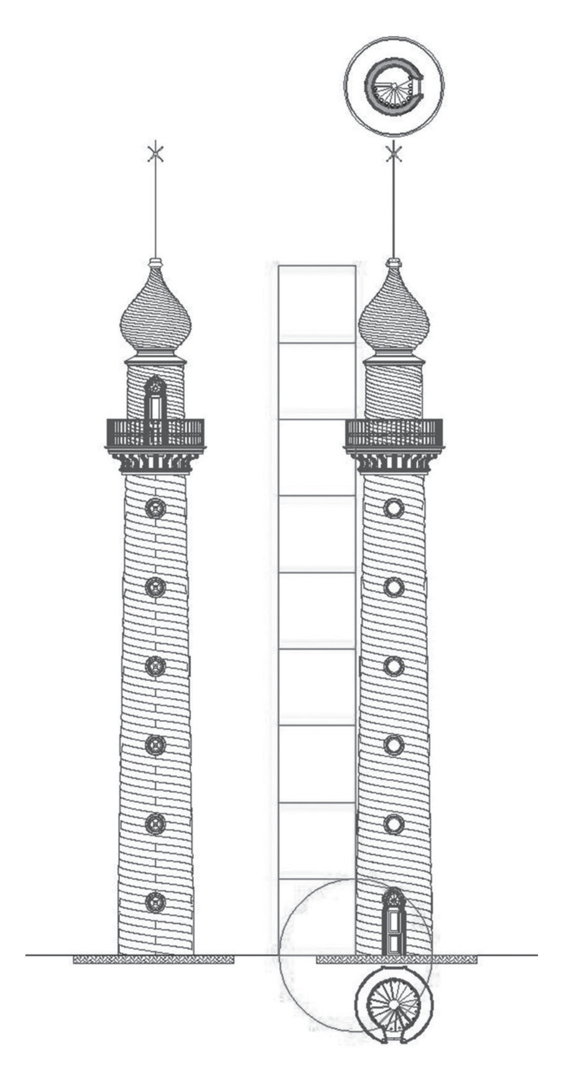


Figura 5
Dibujo relación base altura 1/9. (Canseco 2015)

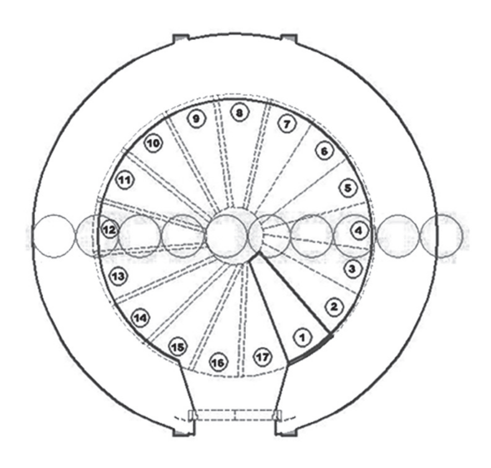


Figura 6
Dibujo diámetro de referencia, planta nivel 0.00 pies, diámetro de referencia1 pie. (Canseco 2015)

su arranque es una moldura de dos y medio pies con un diámetro de cuatro y un tercio pies, el bulbo tiene una altura de diez pies, ocho y medio pies de diámetro mayor, concluyendo en una moldura de uno y tres cuartos pies (figuras 8, 11).

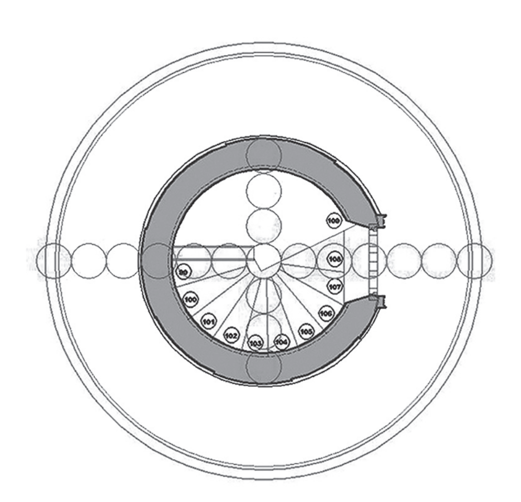


Figura 7
Dibujo diámetro de referencia, planta nivel 63 pies, diámetro de referencia 1 pie. (Canseco 2015)

Este elemento que resulta ser el de mayor altura (ochenta y nueve y medio pies) (figura 8) en el conjunto arquitectónico, remata en una aguja de pararrayos de catorce y medio pies de altura.

El alminar, ha sido elaborado con listas helicoidales ascendentes incluido el remate bulbiforme, solamente interrumpidas por las aparición de las ménsulas en la base de la galería y la base moldurada de la cúpula bulbiforme. Estas interrupciones también generan una disminución de las listas en su sección

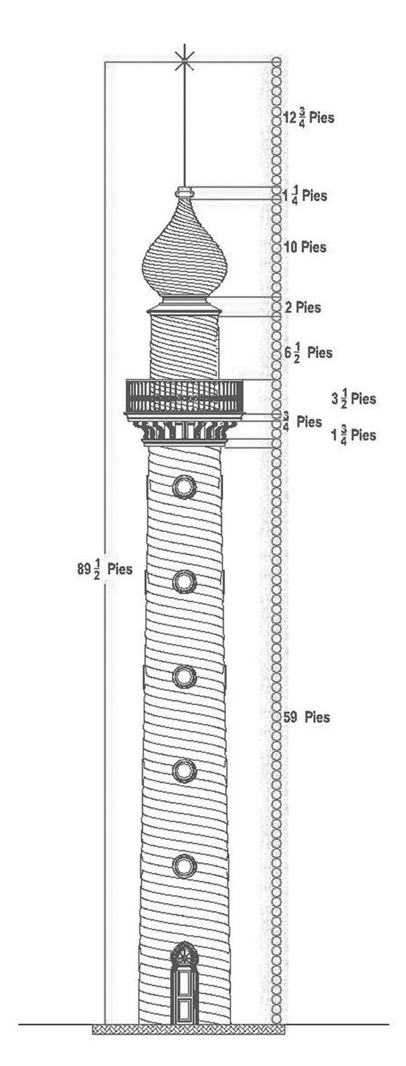


Figura 8
Dibujo dimensiones de la torre. (Canseco 2015)

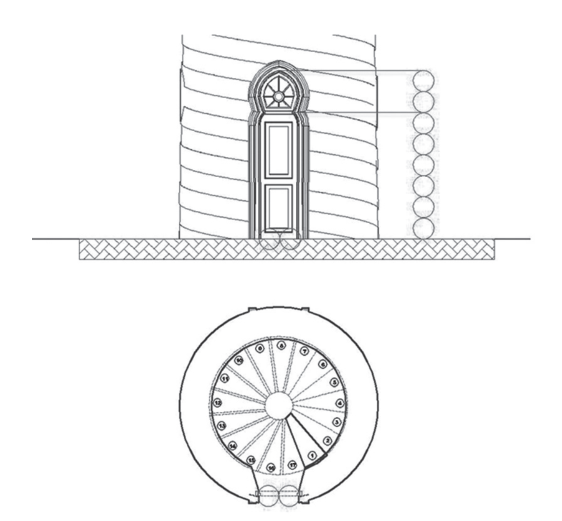


Figura 9
Dibujo planta nivel 0.00 pies, acceso a la torre; puerta de arco túmido, ancho 2 pies y alto 8 pies. (Canseco 2015)

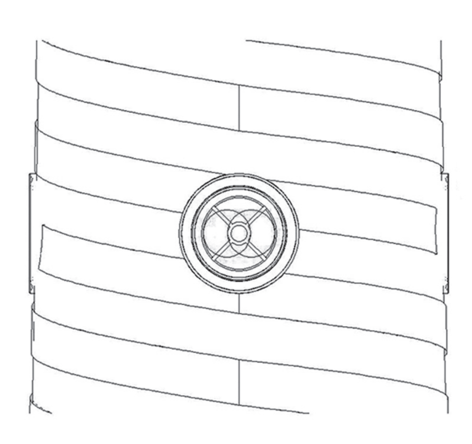


Figura 10
Dibujo óculo de la torre, 1 ½ pies. (Canseco 2015)

transversal. De manera general podemos indicar que consta de tres partes la base con la mayor altura, la galería abierta y el remate bulbiforme. El listado trabajado en la base mayor esta generado por dos listas y las otras dos partes que tienen listas de menor sección las que son cuatro.

Los colores que se utilizaron en la parte externa, son los generados por el pigmento producto de la pulverización del ladrillo cerámico y el bulbo posee una variación en la pigmentación donde utilizan dos colores uno verde esmeralda y azul prusia. En la parte interna los colores son el blanco y en los muros los peldaños de la escalera están con el color amarillo de la piedra arenisca. La carpintería esta pigmentada de rojo.

Los materiales que se utilizaron, en los muros son el ladrillo gambote cerámico y como ligante mortero de cal y arcilla. En los revoque exteriores la aplicación del solaque. Para el armado de la galería como soporte elementos metálicos de perfil «I» y complemento de piedra con revestimiento de ladrillo pastelón. La baranda como ya se mencionó se utilizó el fierro forjado y pasamanos de madera. El remate bulbiforme, se ha ejecutado sobre un emparrillado de fierro forjado y un soporte de perfiles metálicos «I», y el entortado de mortero de cal, arena y arcilla. Las gradas están ejecutadas en piedra arenisca amarilla, complementada con ladrillo gambote semicircular. La carpintería se elaboró en madera cedro.

Finalmente podemos mencionar que la forma creada es un cono truncado y comparando la base inferior externa del muro con la parte superior externa del muro que es la base de la moldura del remate bul-

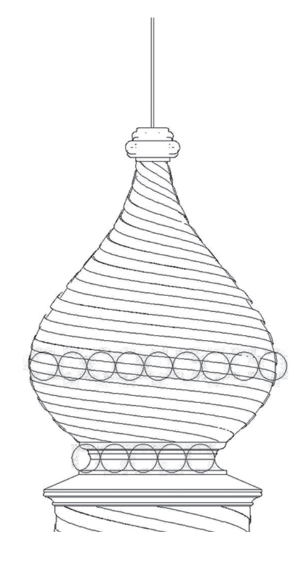


Figura 11
Dibujo remate bulbiforme, arranque 4 1/3 pies centro 8 ½ pies. (Canseco 2015)

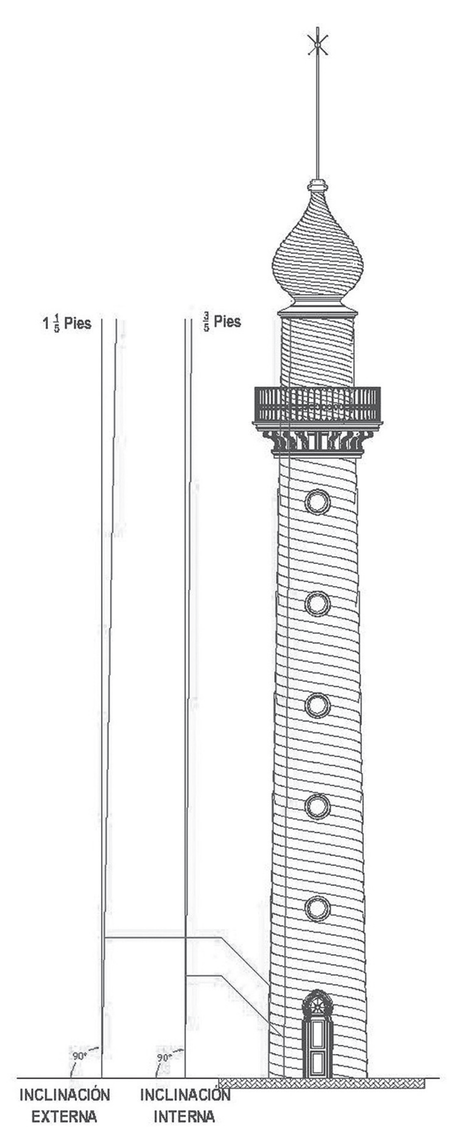


Figura 12
Inclinación interna y externa de la torre. (Canseco 2015)

biforme, la inclinación hacia el centro del eje del cono es de uno y un quinto de pie. Estableciendo esta misma comparación de las mismas referencias, pero en la parte interior del muro la inclinación hacia el centro es de tres quintos de pie (figura 12). Por las dimensiones establecidas se puede indicar que son requerimiento técnico constructivo.

Análisis arquitectónico y morfológico

Es claro explicar que por lo general el alminar como torre tiene una relación estrecha con el culto religioso y su implantación, en inicio, aunque fue prescindible pues condición utilitaria podía ser sustituida por cualquier torre próxima al templo. Pero después en su ejecución estas estaban regidas por estrictos cánones con relación a los espacios sagrados. También vamos a considera que las construcciones están referidas a plantas cuadradas con un eje central entorno al cual se arman las gradas. También podemos indicar que las de planta circular desaparecieron con la instalación del Califato.

Respecto a las proporciones que se utilizaban con relación a la base/altura de ¼ en las torres de las mezquitas Andaluces.

El aspecto más destacable para la implantación de este componente, está relacionado con un referente urbano vertical, que se constituían las torres de manera natural en el contexto urbano de la ciudad, con tendencia horizontal. Y otro aspecto fundamental que expresaban el poder y autoridad en su contexto, como indica Gurriarán: «Estas torres al constituirse en el principal referente de una ciudad musulmana eminentemente isótropa y horizontal eran susceptibles de ser transformadas en hitos urbanos, verdaderos faros donde se dónde se refleja el poder de la autoridad» (Gurriarán, Gómez y Sáez 2002)

En nuestro caso vamos tomar esta última consideración, como el pretexto fundamental para su implantación se deseaba denotar el poder y autoridad que había alcanzado por su propietario, no solo en el contexto inmediato sino también a nivel nacional, desechando su condición utilitaria de origen de un elemento ligado estrictamente al culto religioso.

La planta de origen circular la caracteriza Gurriarán como: «casi exclusivamente, a Córdoba, Sevilla y el área onubense, las cuales se organizan en torno a un grueso cilindro». (Gurriarán, Gómez y Sáez 2002), con relación a las proporciones están por la tecnología alcanzada en la época de la construcción del elemento que nos ocupa, esta tiene una relación base/altura de 1/9, pero tomando el mismo principio de un eje central en torno al cual se desarrollan las gradas.

Las escazas fenestraciones y los pocos elementos decorativos tienen una su relación directa con la cultura musulmana como los accesos con arco

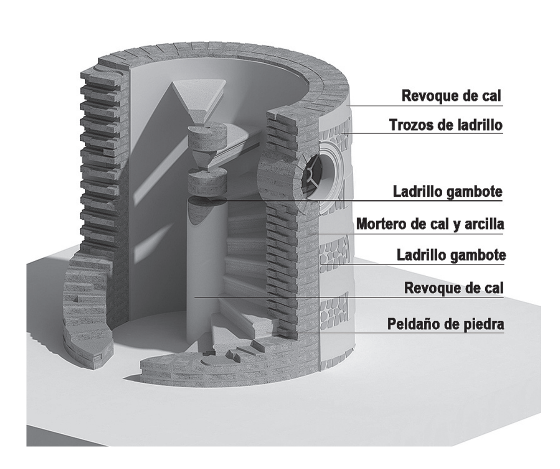


Figura 13
Dibujo detalle constructivo del muro y la columna central. (Canseco 2015)

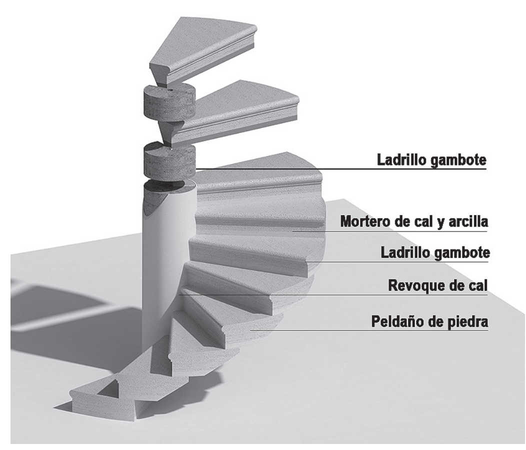


Figura 14
Dibujo detalle constructivo de la columna principal y gradas. (Canseco 2015)

túmido. Respecto del elemento ascendente en forma de listas, su referente más próximo tiene que ver con la columna de Trajano que tiene una lista ascendente con imágenes talladas, que cuenta la historia sobre la victoria conseguida sobre los Dacios del emperador romano Trajano. En el recorrido turístico que se realiza ahora en el castillo, se relatan muchos acontecimientos que se le atribuyen al Propietario, generados por la transmisión oral mitificada, expresando, como él fue levantando su condición económica y su poder en el ámbito nacional desde prácticamente una empresa minera declarada en bancarrota. Por lo que esta intención estaría expresada en este acabado de las listas ascendentes que se aplicó en la torre del príncipe, es así como se la denomina, de las tres que componen el Castillo de la Glorieta.

Respecto a lo constructivo, la utilización de ladrillo en aparejo mixto de soga y carga con mortero de cal, posibilitan que la misma pueda ir reduciendo su ancho en razón de incrementar su altura, hasta llegar a la dimensión de un muro de carga (figura 13). La columna central está ejecutada con piedra de sillería conformando las gradas helicoidales de 109 peldaños, el ligante idóneo es el mortero de cal con arcilla y piedra pulverizada para dar el color similar a la piedra utilizada (figura 14). Las aberturas, están resueltas con arcos formados con ladrillo gambote. Un aspecto que hasta ahora no se logró determinar en su proceso de elaboración, como tampoco el de aplicación es el acabado externo que no requiere de pintura alguna, es el referido al «solaque», que en el análisis de la composición química denota un 3% de grasa animal, utilizando sangre de ganado vacuno (figura 15).

Por último debemos señalar que la utilización del fierro forjado y los perfiles metálicos para resolver el remate bulbiforme, constatan la utilización un sistema constructivo tradicional evolucionado.

Conclusiones

El Castillo de La Glorieta se constituye en el ejemplo más importante y de características únicas construidos en Bolivia, testimonio de la riqueza del Principado forjado; estamos frente a un claro ejemplo del revivals de varios estilos, construido bajo la solicitud de los príncipes quienes no tuvieron ningún reparo en los gastos al momento de la construcción, prueba clara los materiales utilizados; probablemente la estadía en París y su participación en la exposición uni-

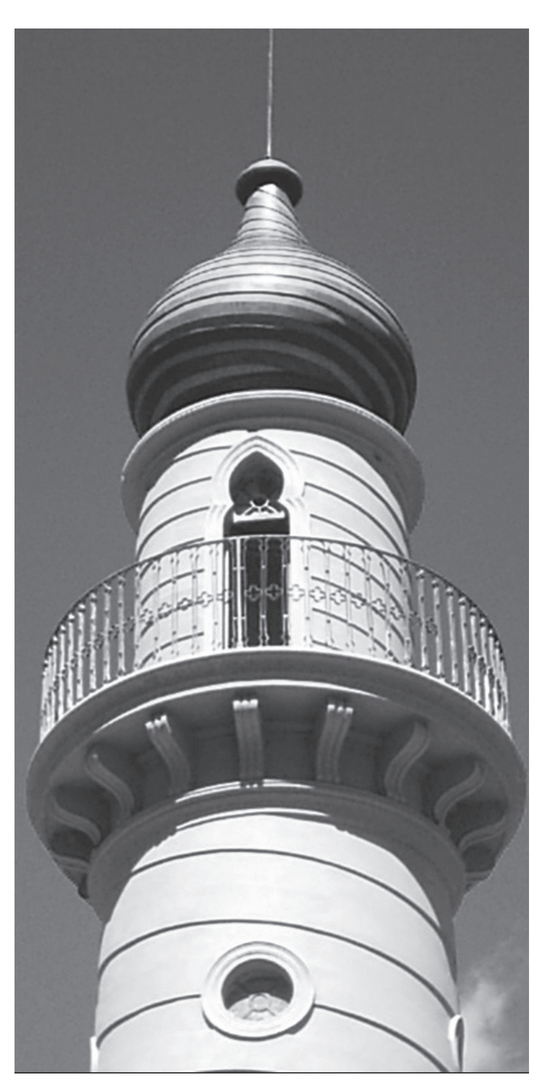


Figura 15
Fotografía de la torre del príncipe. (Canseco 2015)

versal de 1889, serían los factores que más impactaron a los príncipes y sirvió como inspiración para el diseño y el encargo de su Castillo. Un singular elemento que sobresale dentro esta composición corresponde a la Torre del Príncipe, que se constituye en la torre de mayor altura, el arquitecto Camponovo encargado del diseño y construcción, establece como medida el pié (ft), en base al cual se procederá al dimensionamiento del diámetro de la parte exterior de la torre que se relaciona directamente con la altura, así como de todas las aberturas y elementos decorativos, establecen la medida pie.

En la investigación realizada no se encontró la información gráfica técnica, lo cual motivo a realizar este estudio, que es el primero de estas características.

Lista de referencias

Alonso Pereira, José Ramón. 2009. *Introducción a la historia de la arquitectura*. 4ª ed. Barcelona: Reverté

Gisbert, Teresa y J. Mesa. 2012. *Historia del arte en Bolivia periodo republicano*. Vol. 3. La Paz, Bolivia: Gisbert y Cia. S.A.

Gurriaran Daza, Pedro, Carlos Gómez de Avellaneda Sabio, y Angel J. Sáez Rodriguez. 2002. «El alminar califal de la ermita de Santiago del Camino en Medina Sidonia (Cádiz).» Arqueología y territorio medieval, n.o 9: 127-64.

Gutierrez Viñuales, Rodrigo. 2008. «La Alhambra viajera. Rutas americanas de una obsesión romántica.» *La Alhambra: lugar de la memoria y el diálogo*, 2008: 95-122. Granada: Comares.

«Inmemoriam, El príncipe de la Glorieta, Sr. Francisco Argandoña.» 1910. La Glorieta. Bc 1632. Archivo y Biblioteca Nacionales de Bolivia.

Tapia Brunn, Gioconda. 1984. «La Glorieta, único principado de Bolivia en el camino de destruirse*.» Los tiempos*, enero 29.

El Palacio de Don Pedro I y sus armaduras de cubiertas

Cecilia Cañas Palop

La Cámara de Audiencias se localiza en la zona central del lado norte del Cuarto Real Alto del Palacio de Pedro I, coincidiendo con los ventanales de la magnífica portada del Patio de la Montería del Alcázar de Sevilla. Esta sala, algunas estancias anexas y otras algorfas en el lado meridional, formaban junto con otras ubicadas en el lado sur la segunda planta del palacio en su origen. Y en ella tenemos constancia de la construcción de una nueva armadura en el año de 1909.

Hasta el momento, todas las armaduras de cubiertas del Palacio Alto de Pedro I, han sido recuperadas, y al mismo tiempo estudiadas en profundidad en el contexto de una investigación que comienza con la primera restauración hace ya más de 15 años. Únicamente queda por recuperar y analizar la que cubre esta sala, ya que debido a su construcción relativamente reciente, presenta un estado de conservación muy satisfactorio.

No obstante el interés por completar un estudio global que recoja todas las armaduras de cubiertas del Palacio Alto, es evidente, y por lo tanto, para poder finalizar el estudio, es nuestro principal objetivo, realizar el análisis constructivo de ésta última techumbre, siempre manteniendo como marco de referencia el resto de ejemplares, que son base fundamental para su construcción.

Las armaduras de cubiertas del Palacio Alto de Pedro I, del Alcázar de Sevilla, forman un conjunto de un alto valor patrimonial que desde el año 1999, concretamente en el Cuarto Real Alto del palacio, están siendo objeto de una intervención programada, punto de partida para la realización de los estudios de cada uno de estos ejemplares.

Concretamente han sido restauradas 10 de las 11 armaduras de cubiertas junto al alfarje que cubre el corredor llamado del Príncipe. En total, 8 armaduras de lazo apeinazadas y dos de estilo renacentista, pertenecientes a periodos históricos diversos, pero todas ellas originales del Palacio tal y como han dejado de manifiesto los estudios pormenorizados que se han realizado junto con la restauración de las mismas (Cañas Palop, 2010).

Breve reseña histórica

La Cámara de Audiencias se localiza en la zona central del lado norte del Cuarto Real Alto, coincidiendo con los ventanales de la magnífica portada del Patio de la Montería.

Esta sala, algunas estancias anexas y otras algorfas en el lado meridional, formaban junto con otras ubicadas en el lado sur la segunda planta del palacio en su origen.

Actualmente esta sala está cubierta por una armadura de lazo construida en 1908, siendo arquitecto del alcázar, José Gómez Otero, pero originariamente debió de tener un magnifico ejemplar de carpintería mudéjar.

Tampoco es original la altura de la estancia ni la estructura de sus cubiertas. La primera fue modificada en el año 1845 en que se refiere la necesidad de concluir exteriormente el cuerpo que se eleva en la fachada poniendo su remate, además de colocar cuatro cabezas de león en los limatones de sus ángulos, cabezas que actualmente no existen (Marín Fidalgo 1992, 223). La estancia se habría elevado aproximadamente un metro y se habrían colocado dos calados de yeso para aireación en su camaranchón.

En cuanto a la modificación de las cubiertas, lo que sí sabemos es aproximadamente la configuración original gracias a los restos analizados en los camaranchones en los que se aprecian los restos de un canalón enlucido, con pendiente hacia la fachada. Su aparición justifica la existencia de la disposición a cuatro aguas de las cubiertas de las salas situadas a ambos lados lo que destacaba la visión exterior de la qubba (Marín Fidalgo 1992, 343).

No sabemos en qué momento se produjo la desaparición del ejemplar de carpintería que cubriría su techo, algunos investigadores lo sitúan en el incendio 1762, pero esto no es así, pues las salas afectadas por ese incendio fueron descritas minuciosamente en un documento publicado por Gestoso (Gestoso y Pérez, 1984, 681-686). Somos de la opinión de que esta desaparición tuvo que producirse a partir de 1572 debido fundamentalmente al abandono del palacio por falta de recursos.

La armadura. Análisis constructivo

La armadura de la Sala de Audiencias, construida en 1908, es un reflejo del resto de ejemplares que cubren las estancias del Palacio Alto, todos ellos originales del Palacio. La documentación que manejamos además, así lo refleja.

Concretamente, manejamos el *Expediente sobre la construcción de un techo artesonado en el Salón Árabe del piso principal del Palacio, que contiene los documentos que acreditan la construcción de la nueva techumbre* en el que queda de que para su diseño se mandaron realizar fotografías a todos los techos de las estancias superiores para tenerlos como base documental.

«Por unas fotografías con tamaño 24/30 de los techos de los salones de este Real Alcázar, que sirvan de guía para el proyecto y que figuren después como datos para lo sucesivo (AARR 1909)»

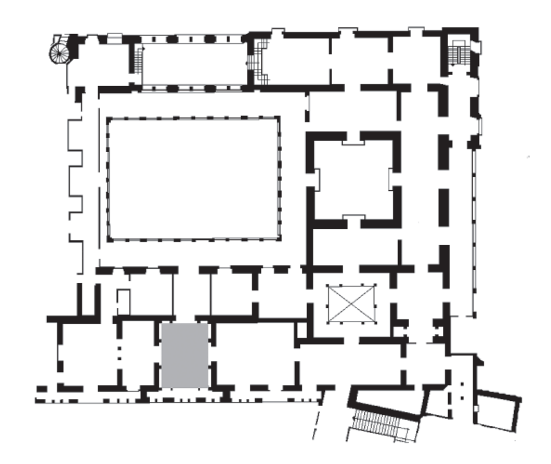


Figura 1
Imagen de la techumbre

Concretamente la geometría del almizate es una copia de la del Retrete del Rey (Ramírez, Ramírez y Cañas, 2008, 40-80), al que se han adosado dos módulos más de similares características en los extremos hasta completar la diferencia en el largo de ambas estancias. Esta armadura, situada en la esquina suroccidental del Cuarto Real alto, cubre una estancia de 5,85 × 5,93 metros siendo las medidas de la Sala de Audiencias de 5,40 × 7,20 metros.

Para realizar el análisis constructivo el método empleado es el diseñado para el análisis del resto de

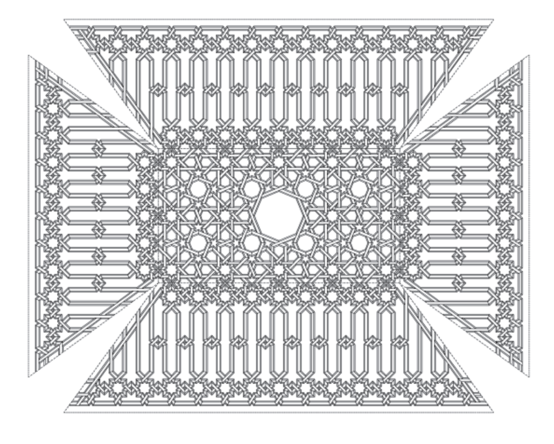


Figura 2
Levantamiento de la armadura de la Sala de Audiencias

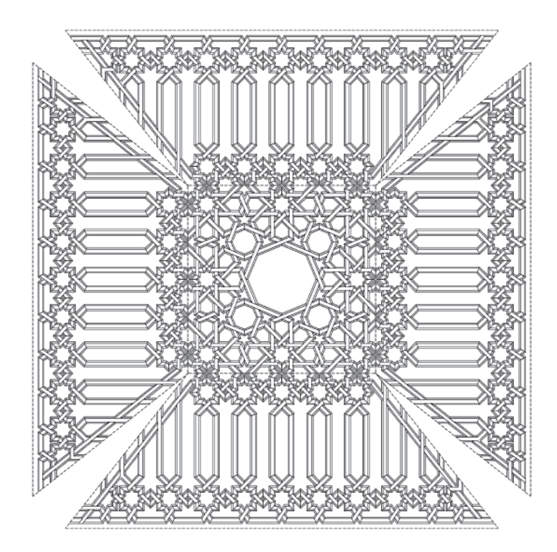
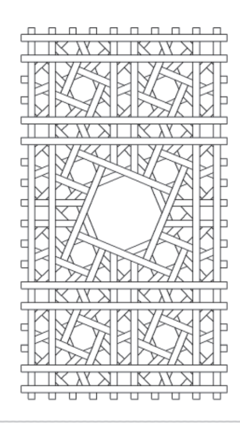


Figura 3
Levantamiento de la armadura del Retrete del Rey



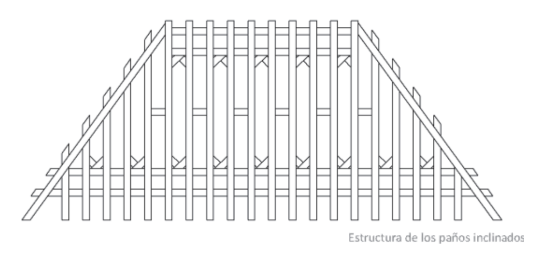


Figura 4
Estructura del almizate y de los paños inclinados

armaduras del Palacio Alto y recogido en el libro El Palacio de Pedro I y sus armaduras de cubiertas (Cañas Palop, 2010), pero con la limitación clara de no haber podido acceder al interior del camaranchón ni haber accedido al despiece de los elementos ya que dado el buen estado de conservación de la armadura se requiere una intervención de forma inmediata.

La estructura y los elementos

Con los datos que se tienen acerca del resto de armaduras del palacio, se ha elaborado una hipótesis de estructura tanto del almizate como de los paños inclinados. Nos atrevemos a afirmar que se corresponde con la estructura definitiva ya que además se ha realizado una inspección visual de aquellos elementos y uniones que pueden dar lugar a alguna modificación. En cualquier caso esta se ratificará en el momento en que se realice un desmontaje de los elementos que la mantienen oculta tras de sí.

Los paños inclinados

Los paños inclinados de la armadura son los elementos que tienen que asumir las pequeñas diferencias de dimensiones entre las distintas estancias y por lo tanto no coinciden exactamente con ninguno de los que forman parte de las armaduras originales del palacio. Podemos decir los paños que más se asemejan a los que estamos estudiando son los del Dormitorio de Don Pedro. Sin embargo en el cuarto de limas el trazado necesariamente se modifica. Es en esta zona, junto con la superior (encuentro con la lima del resto de la estructura) en donde las piezas, para termian de encajar el trazado, se modifican y dejan de seguir el patrón establecido.

Pares y manguetas

Levantamiento de pares y manguetas. La figura representa el corte efectuado en pares y péndolas para realizar el trazado geométrico definitivo, inserto en la estructura general del paño.

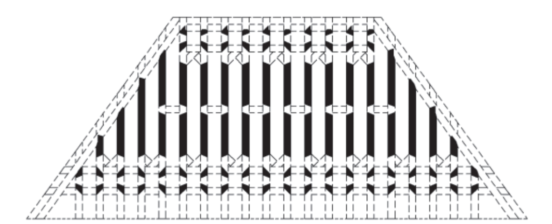


Figura 5
Levantamiento de pares y manguetas. La figura representa el corte efectuado en pares y péndolas para realizar el trazado geométrico definitivo, inserto en la estructura general del paño



Peinazos y arrocabas

Llama la atención la ausencia una de arrocaba de forma alternativa en todas las calles de limas, siendo estas sustituidas por taujeles como queda reflejado en la figura correspondiente.

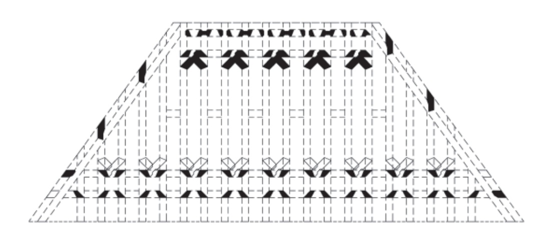


Figura 6
Levantamiento de peinazos y arrocabas en paños inclinados. La figura representa el corte efectuado en peinazos y arrocabas para realizar el trazado geométrico definitivo, inserto en la estructura general del paño

Limas

Se señalan los puntos en el que se manifiestan irregularidades. Se trata de una serie de rebajes en el plano de la lima en los que se insertan taujeles que ocultan las discontinuidades creadas por su aparición, y que no coinciden con el trazado inicial.

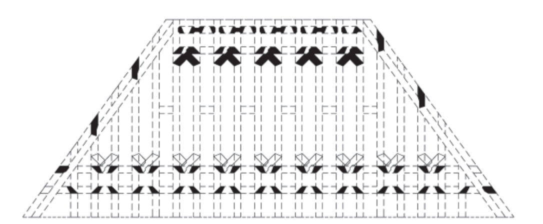


Figura 7
Levantamiento de limas en paños inclinados. La figura representa el corte efectuado en peinazos y arrocabas para realizar el trazado geométrico definitivo, inserto en la estructura general del paño

Taujeles

Los taujeles son los elementos de la armadura que terminan de configurar su trazado y, junto con las tablas de relleno y las de fondo, determinan la decoración de este tipo de techumbres.

Al tratarse de tablas clavadas a la estructura son los que asumen los encajes del conjunto de elementos en el encuentro con la lima o límite entre los distintos planos inclinados. Es por esto que aparecen piezas cuyos cortes no obedecen al patrón establecido (en zonas superior e inferior los elementos marcados en rojo).

Sin embargo, fuera de todo pronóstico, nuestra armadura presenta una serie de irregularidades que deben ser recogidas. En primer lugar la aparición, tal y como se indicó en referencia a las arrocabas, de taujeles clavados sobre maderas en el lugar de los elementos completos, y coincidiendo en estos puntos (se trata de las zonas marcadas con la letra A), otros tantos taujeles que completan los rebajes efectuados en las limas que no se corresponden

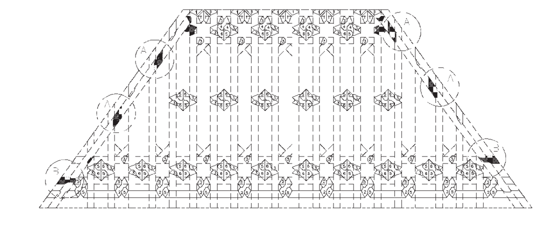


Figura 8
Levantamiento de taujeles en los paños inclinados

con el trazado decorativo final, que ya hemos comentado.

Así mismo hemos localizado con la letra B, los taujeles trazados para resolver la zona más conflictiva en la resolución del trazado decorativo. Se eliminan las arrocabas introduciendo taujeles que se adaptan al trazado definitivo. Debemos señalar también que esta «irregularidad» coincide con la alternancia antes apuntada.

El almizate

La parte central del almizate de la Sala de Audiencias coincide con la del retrete del Rey ya que los anchos de ambas estancias están muy cercanos y los laterales repiten la misma modulación.

Los nudillos

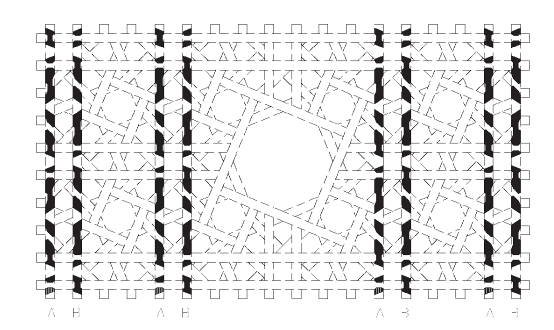


Figura 9
Nudillos con indicación de cortes para trazado decorativo. En la figura quedan identificados los nudillos en el almizate, con indicación de los cortes realizados para la realización del trazado decorativo

Los peinazos

Se diferencian dos órdenes de peinazos distintos, uno primero que muestra los que denominamos peinazos ortogonales, y que también podríamos haber incluido en la categoría de nudillos cortos, y el segundo que hace referencia a los peinazos oblicuos.

Hemos señalado una serie de peinazos situados cerca del quiebro de los faldones, lugar en el que

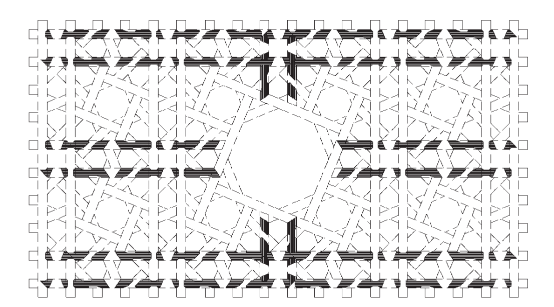


Figura 10
Peinazos ortogonales con indicación de cortes para trazado decorativo

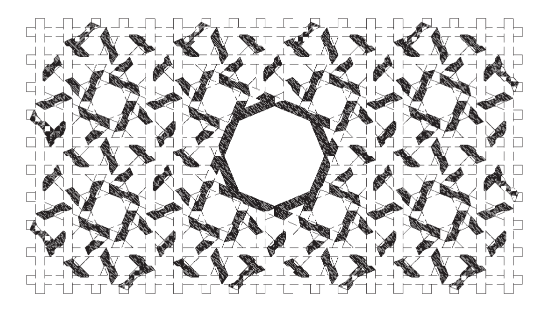


Figura 11
Peinazos oblicuos con indicación de cortes para trazado decorativo

nuevamente se detecta la utilización de piezas singulares. Habitualmente este es lugar de una pareja de taujeles enfrentados.

Taujeles

En los dibujos que se adjuntan queda indicada exactamente la situación de cada uno de estos elementos en el almizate.

Destacar, que se advierte en los mismos puntos en los que aparecían peinazos singulares la utilización de una pieza tipo 1 de forma sistemática.

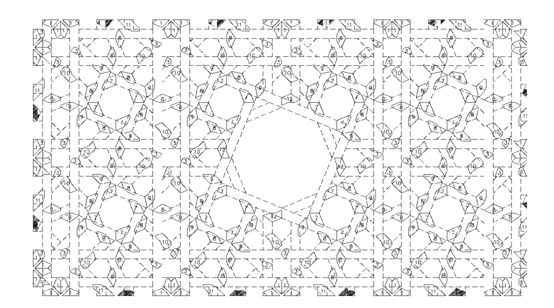


Figura 12
Levantamiento de taujeles insertos en la estructura del almizate

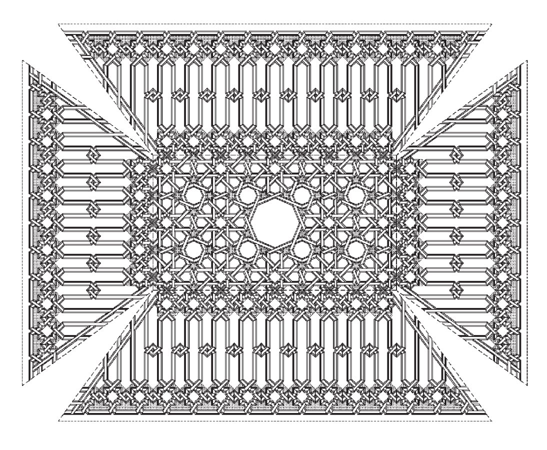


Figura 13
Piezas de relleno insertas en la estructura de la armadura

Piezas de relleno

A continuación se indican las piezas de relleno de paños inclinados utilizadas para ocultar la parte de la estructura no decorativa.

Lista de referencias

AARR. 1909. *Expediente sobre la construcción de un techo artesonado en el Salón Árabe del piso principal del Palacio, que contiene los documentos que acreditan la construcción de la nueva techumbre.* Mes de julio, Caja 837.

Cañas Palop, Cecilia. 2010. *El Palacio de Don Pedro I y sus armaduras de cubiertas. Una mirada hacia lo más alto.* Sevilla: Secretariado de Publicaciones Universidad de Sevilla-Fundación Focus Abengoa.

Gestoso, J. 1984. *Sevilla monumental y artística.* Tomo 1. Sevilla: Ediciones Guadalquivir S.L.

Marín, A.1992. *El Alcázar de Sevilla bajo los Austrias.* Sevilla: Ediciones Guadalquivir S.L.

Ramírez, I; Ramírez. I; Cañas, C. 2008. «Estudio y restauración de la armadura del Comedor de Ayudantes en el Cuarto Real Alto». En *Apuntes del Alcázar de Sevilla,* 11: 40-80

Jules Seguin en España: prefabricación e innovación en los puentes colgantes de Fuentidueña, Arganda, Carandia y Zaragoza construidos por el empresario francés

Joaquín Cárcamo Martínez

Según lo que conocemos, no llegó a dos docenas el número de puentes colgantes de entidad construidos en España. Los tres más tempranos (Burceña, Bilbao y Aranjuez) pueden considerarse como hechos aislados y excepcionales. Las gestiones realizadas por la Administración con Jules Seguin dieron como fruto la construcción entre 1841 y 1844 de cuatro nuevos puentes en Fuentidueña, Arganda, Carandia y Zaragoza. En esa misma década aún se levantarían otros seis puentes más.

El conocimiento que se ha tenido de muchos de estos puentes, ha sido reducido y fundado esencialmente en algunas fuentes escritas, como el Diccionario de Madoz, o gráficas, como algunos grabados y pinturas o las escasas –y tardías– fotografías conocidas, que no permitían precisar las características técnicas de los puentes ni las transformaciones sufridas por estos a lo largo del tiempo. Esto ha dado lugar a algunas imprecisiones repetidas; sirva de muestra la contenida en la publicación sobre obras de la ingeniería francesa realizadas en otros países (Pilot 2011). Sin embargo, durante estos últimos años, algunas investigaciones realizadas han explorado en los archivos y con ello ha aumentado nuestro conocimiento sobre algunos de los puentes. Cierto que se han hallado más expedientes administrativos que proyectos y documentos gráficos de los puentes originales; tampoco fotográficos. Pero en el estado actual de la cuestión, ya parece posible realizar un intento de aproximación a las características técnicas de estas estructuras y en concreto de los cuatro puentes que la empresa francesa levantó en España.

Se ha partido de los datos que hoy tenemos sobre los cuatro puentes. Se han analizado, por otra parte, las patentes de los Seguin, especialmente las relacionadas con la incorporación de soportes de fundición y de elementos metálicos, identificándose algunos de los puentes realizados con este tipo de soportes tanto por sus empresas como por otros ingenieros y constructores. Los puentes españoles realizados por Jules Seguin (figura 1) tenían soportes-biela metálicos de fundición modulares y móviles, ya experimentados previamente en Francia, y otras innovaciones en su tablero, que respondían a las características reflejadas en las patentes.

Los puentes colgantes modernos

Los puentes colgantes modernos surgen en los Estados Unidos a comienzos del siglo XIX de la mano de James Finley. Son puentes de cadenas apoyados sobre torres de estructura de madera. En el Reino Unido, en las primeras décadas del siglo se producen importantes avances en su desarrollo que en 1826 dan el majestuoso ejemplo del puente sobre el estrecho de Menai de Thomas Telford, de 177 metros de luz, también de cadenas pero con torres de piedra. En el continente europeo es en Suiza con Dufour y en Francia con Marc Seguin y sus hermanos y el trabajo teórico de ingenieros como Navier, donde en la déca-



Figura 1
El puente de Santa Isabel sobre el río Gállego en Zaragoza en una imagen inédita de E. Beltran. (Colección del autor)

da de 1820 comienza el desarrollo de los puentes colgantes que utilizan los cables de alambres y torres o columnas también de piedra.

Estos primeros pasos del tipo estructural han sido seguidos con interés por diversos autores que han prestado atención a los contextos en los que se desenvolvieron los procesos creativos, al estado de las enseñanzas técnicas y la investigación o al desarrollo de la industria en el momento en el que surgían los avances, al estudio comparado de lo sucedido a ambos lados del Atlántico, a la transferencia de las tecnologías, etc. Cabe citar entre otros los trabajos de David P. Billington (Billington [1983] 2013) Tom E. Peters (Peters 1987) Eda Kranakis (Kranakis 1997) o Michel Cotte (Cotte 1997, Cotte 2007).

La patente de Seguin Hermanos de 1832 y su desarrollo en Francia. Bry-Sur-Marne

Marc Seguin (1786-1875) fue el introductor de los puentes colgantes con cables de alambres en Francia. Jules Seguin (1796-1868), tercero de los hermanos (Camille, Paul y Charles también participaban en las actividades empresariales), había creado en Lyon, con el apoyo de su primo Pierre-François Montgolfier una empresa consagrada a la construcción de puentes colgantes, con intereses separados de los de sus hermanos, empresa que se sumaba a lo que Michel Cotte ha denominado la «*nébuleuse*» de empresas de los Seguin, aunque en ocasiones se convirtiera en competencia de sus propios hermanos. Se preocupó de hacerse con personal competente, formado en la obra de Tournon y, a diferencia de estos, se asoció de forma permanente con el ingeniero Chaley –autor del puente de Friburgo– y acabó obteniendo la adjudicación de uno de los primeros puentes sobre el Ródano, en Beaucaire, un gran puente de cuatro tramos, los dos centrales de 120 m. de luz y los extremos de 94 m., que fue el mayor puente realizado por los Seguin (Cotte 2007, 226-227). En 1830, realizó en Bry-sur-Marne un puente que sería el primer puente colgante en ser publicado en los Annales des Ponts et Chaussées (Jollois y Legraverend 1832). Este puente tiene un interés especial para nosotros ya que es también el primer puente que Jules Seguin realizó con el modelo de pilas de fundición que más tarde introduciría en España.

No solo esto sino que los hermanos Seguin solicitaron una patente para «diversas aportaciones realizadas en la construcción de puentes colgantes» (Seguin, M. y Seguin, C. 1935) patente que recoge, entre otras innovaciones, la referente a la incorporación de las pilas de fundición aplicada por vez primera, como ya hemos dicho, en el puente de Bry-sur-Marne.

Según la descripción que la revista hace del puente de Bry sobre el río Marne (figura 2), este tiene 76 m de luz, dispone de 10 cables, cinco en cada lado, de los cuales cuelgan 126 péndolas que soportan las vigas del tablero. Las cuatro torres principales, sobre las que apoyan los cables, están formadas por pedestales de piedra de base cuadrada de 1 m de lado y 1,32 m de altura, sobre los que descansan cojinetes de fundición nervada de 0,551 m de largo x 0,164 m de ancho y 0,15 m de altura. Sobre estos cojinetes apoyan los soportes verticales móviles de 5,23 m de altura y forma oblonga, también nervados como se aprecia en los dibujos, y rematados en su parte superior por un elemento cilíndrico acanalado de 0,40 m de diámetro y 0,80 m de longitud que recoge los cables permitiendo el ensanchamiento de los mismos para equilibrar en lo posible la tensión de los alambres. El peso total del soporte es de 730 kg.

La patente recoge propuestas para puentes de dos tramos colgantes y un tramo-pórtico central con diversos diseños posibles –que recuerdan al puente de Rouen–; puentes de tres tramos de luces sensiblemente similares –solución adoptada en Arganda– y puentes de tres tramos con el tramo central de gran luz y dos tramos extremos de luces pequeñas, lo que permite suprimir las torres en los estribos.

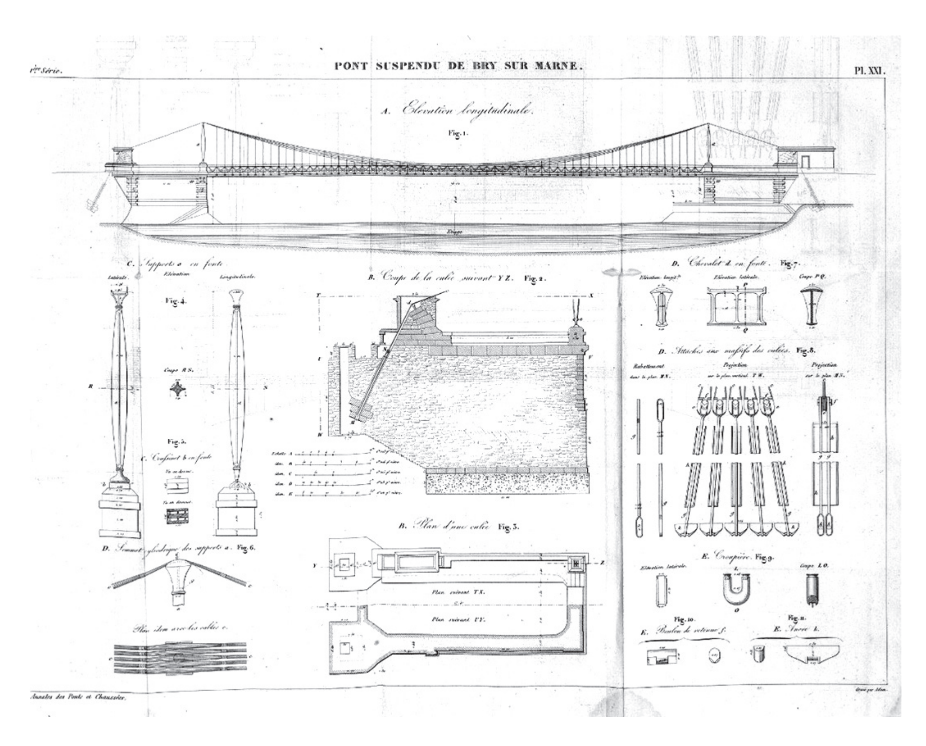


Figura 2
Plano del proyecto del puente colgante de Bry-sur-Marne (Francia). (Jollois y Legraverend 1832. gallica.bnf.fr)

En 1885 Croizette Desnoyers reconocía el carácter innovador del puente de Bry que «Parmi les ponts á supports oscillants, on doit citer comme le plus ancien celui de Bry-sur-Marne, construit en 1832 par M. Séguin et qui pendant un certain temps a servi de type» y a continuación emitía su juicio negativo sobre la utilización de soportes metálicos articulados: «Des accidents survenus ont fait abandonner complètement ce système, et cependant des articulations, pour les supports, sont appliquées sur un grand nombre de points á l'étranger … Le défaut de solidité constaté pour les colonnes oscillantes dans les ponts précités, tient probablement á ce que ces colonnes fonctionnaient isolément ou n'étaient reliées que d'une manière insuffisante.» (Croizette 1885, 508-509).

Navascués cita la opinión de Eduardo Saavedra manifestada en su libro de 1856 Teoría de los puentes colgados: «Otros que no han caído por defectos en los apoyos y cimientos se han arruinado por el empleo del hierro fundido que ha estallado repentinamente, como hace poco el de Arganda» o «Finalmente algunos casos ha habido de ruina por alguna particularidad de disposición dentro del sistema general, como el empleo de bielas movibles para apoyos ... y otras que sirven sólo para probar la necesidad de atenerse a un sistema puramente científico y de desechar las recetas con que vienen diariamente algunos inventores de profesión para hacer puentes baratos y a su decir indestructibles» (Navascues 2007, 48).

Hubo otros puentes con soportes móviles. Un puente singular es el construido en Saint-André de Cubzac en los años 1830 sobre el río Dordoña en Francia por la asociación creada por M. Fortuné de Vergès y F. Bayard de la Vingtrie junto al grupo Quénot y el fundidor de Fourchambault Émile Martin, constructor de muchos de los puentes arco de fundición franceses y principal defensor en esos años de la utilización de las cadenas. El puente constaba de grandes pilas formadas por anillos troncocónicos de fundición calados. Aunque quedó inutilizado en 1869 tras un temporal, el fracaso fue achacado en parte a las pequeñas bielas de fundición móviles que remata-

ban las torres, Eiffel reutilizó en su reconstrucción la base de las columnas hasta la altura del nuevo tablero, tal y como hoy puede aún verse. El puente de Mengibar, y otros puentes como los construidos en Toulouse (Francia) o en la Cockeill de Seraing (Bélgica) retomaron este modelo de pilas en una escala más pequeña y sin las bielas móviles del de Cubzac.

Es oportuno citar el puente colgante de Basse-Chaîne en Angers (Francia) de 1838, proyectado por el ingeniero Chaley, que se hundió el 16 de abril de 1850 al paso de un regimiento cuando se dirigía a una revista militar pereciendo doscientos veintiséis soldados (Navascues 2007, 43); el puente, cuyo hundimiento tuvo una gran repercusión mundial tenía soportes de fundición, aunque fijos, como otros puentes europeos.

Se construyeron más puentes con el sistema de columnas móviles de forma oblonga –también de forma cilíndrica– sobre todo en Francia, como los de la isla de Bouchard (figura 3) Ancennis, Chalonnes-sur-Loire, Elbeuf, Triel o Villefranche-sur-Cher, este último con torres de piedra y pequeñas bielas en su parte superior.

Un modelo particular lo constituyen los tres puentes Napoleón construidos en Lyon por los Seguin entre 1847 y 1849. Los tres tenían la peculiaridad de que los cables se suspendían a una altura intermedia de unas torres de sillería en forma de obelisco, aparentemente de un aparato de apoyo normal. Sin embargo, oculta en el interior de las torres se disponía una pequeña biela móvil al estilo de las de Bry-sur-Marne, (Montgolfier y Seguin 1841) (figura 4).

En Lyon también se construyó un puente urbano que pese a los daños sufridos durante la segunda gue-

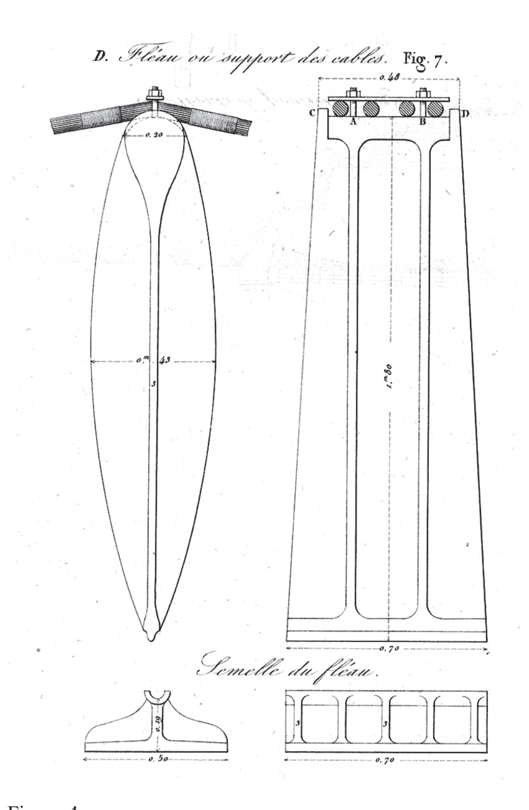


Figura 4
Alzados de uno de los pequeños soportes móviles ocultos en los obeliscos de los puentes Napoleón de Lyon. (Montgolfier y Seguin 1841. Colección del autor)

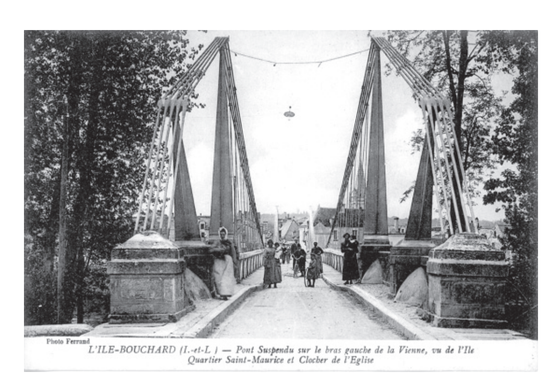


Figura 3
Uno de los dos puentes de l´Ile-Bouchard (Francia). (Colección del autor)



Figura 5
Soportes de la pasarela Saint Georges en Lyon en una vista frontal actual. (Colección del autor)

rra mundial aún permanece en pié, la pasarela de Saint Georges, actualmente Paul Couturier, abierta al uso en 1853 con un tramo suspendido de 87 m (figura 5). Aunque sus bielas originales no sufrieron aparentemente daños fueron sustituidas por otras de chapa soldada que tratan de rememorarlas. Otra pasarela que sin embargo se mantiene funcional hoy con el sistema original es la Altenbergsteg sobre el río Aare en Berna (Suiza) de 1857.

La patente de 1841 de Seguin y Montgolfier para la utilización del hierro en la estructura portante del tablero

Jules Seguin presentó en 1841 junto con su primo Pierre François de Montgolfier una solicitud de patente para incorporar el hierro en sustitución de la madera a algunas partes de los puentes, fundamentalmente la estructura del tablero (figura 6) (Montgolfier y Seguin 1841). La fecha coincide con la del comienzo de la construcción de los puentes españoles y, efectivamente, Seguin experimentó en ellos su nuevo sistema tal y como se reconoce en publicaciones francesas: «Ce système ingénieux est dû à M. Jules Seguin, qui l´a appliqué pour la première fois en Espagne» (Locart 1851, 372).

Algunos documentos parecen corroborar lo anterior. Así, el 10 de abril de 1841, Vicente Cusin se dirige al Ministro de Gobernación anunciando en nombre de Jules Seguin el envío de hierro y alambre a puertos españoles para la construcción de los cuatro puentes: por los puertos de Valencia y Alicante, entre otras partidas de alambre, 25.000 kg de hierro para viguetas y por el de Santander 25.000 kg de hierro en barra (Luján 2015, 778).

La construcción de los cuatro puentes

Desde 1837 la Dirección General de Caminos que dirigía José Agustín de Larramendi estuvo en negociaciones con la empresa de Jules Seguin para la construcción de diez puentes colgantes en España; nueve ubicados en las localidades de Fuentidueña y Arganda (Madrid), Carandia (Cantabria), Cullera (Valencia), Zaragoza, dos puentes en Puerto de Santa María (Cádiz), Sevilla y Mengíbar (Jaen); por último se tra-

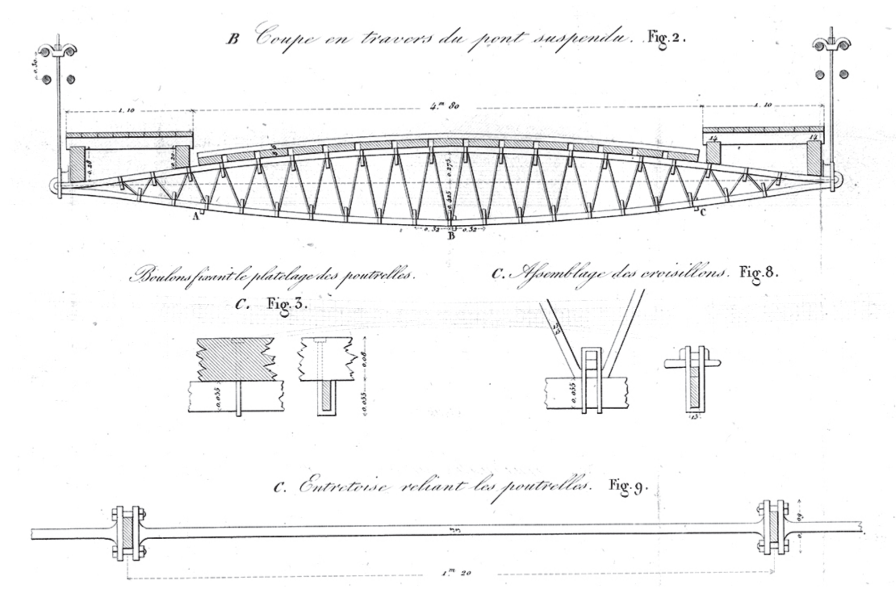


Figura 6
Detalle de la estructura portante del tablero de los puentes Napoleón de Lyon. (Montgolfier y Seguin 1841. Colección del autor)

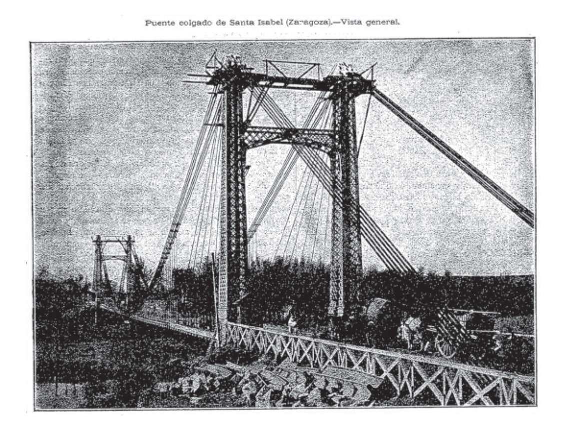


Figura 7
Fotografía de la reconstrucción del puente de Santa Isabel. (ROP 1897)

taba de restablecer la comunicación del Puente de Almaraz, sobre el Tajo, arruinado tras la I Guerra Carlista. Larramendi, incluso, trató de conseguir que se construyera otro más sobre el Besós cerca de Barcelona. De entre los argumentos utilizados por el ingeniero y político, cabe destacar aquí el relativo a la importancia que concedía a la transferencia tecnológica: «en ello llevo también la mira de que los Jóvenes de la Escuela de Caminos vean estas construcciones, adquieran practica y se familiaricen con ellas; lo cual contribuirá mucho á especulaciones nacionales» (Luján 2015, 400).

Sin embargo, tan sólo se llegaron a construir cuatro de ellos, administrados bajo la denominada Sociedad Española de los Cuatro Puentes Colgantes, constituida al efecto por Seguin. Tres años duraron las conversaciones entre el propio Jules Seguin, su apoderado en España Vicente Luis Cusin y la Administración española. Finalmente, el contrato se cerró en Madrid el 21 de diciembre de 1840 con la firma de Manuel de Marliani, cónsul general de S.M. en París en representación de Seguin, para la construcción de cuatro puentes sobre el Jarama en Vaciamadrid (o Arganda), sobre el Tajo en Fuentidueña, sobre el Gállego en Zaragoza, y sobre el Pas en Carandia.

En marzo de 1841, por encargo de Juan de Subercase, los ingenieros Baltasar Hernández y Calixto de Santa Cruz remiten el examen previo de los planos y memorias redactados por Jules Seguin; en abril se anuncia la próxima llegada a los puertos de Valencia, Alicante y Santander de diversos componentes de hierro de los puentes. Nos limitaremos a anotar los datos esenciales de cada uno de los puentes en lo que interesa al objeto de este trabajo.

El puente de Fuentidueña fue el primero en comenzarse. Los planos de este puente y del de Arganda fueron remitidos en marzo de 1841. Seguin nombró encargado de la dirección del puente de Fuentidueña a su primo P. F. Montgolfier y la Dirección General de Caminos designó a los ingenieros Joaquín de Aguirre Zubillaga y José Subercase para la inspección de ese puente y del de Arganda. El apoderado de Seguin, Vicente Cusin, se trasladó a Lyon en junio de 1941 siendo sustituido por Isidoro Caro. Se decidió reutilizar los estribos del antiguo puente con lo que la luz quedó fijada en 64,5 m. El ingeniero constructor del puente, el francés Frédéric Malboz solicitó la realización de la prueba de carga que se efectuó el 16 de julio de 1842 y el puente se abrió oficialmente al público el 7 de agosto. Según Luján, Eusebio Dalp y José Goicoechea, director y subdirector de la Sociedad de los Cuatro Puentes Colgantes creada por Seguin y constituida el 29 de abril de 1842 en Madrid, gestionarían la administración de los cuatro puentes. Con motivo de la catástrofe de Angers en 1850, se inspeccionaron todos los puentes colgantes y se realizaron reparaciones señaladas por Eugenio Barrón en el de Fuentidueña en 1852. El puente acabó sus días en enero de 1866, destruido en una acción militar del general Prim.

Un plano firmado por Isidoro Caro el 1 de Marzo de 1842 (Luján 2015, 417) refleja en alzado uno de los soportes o pilonos de fundición.

Las obras del puente de Arganda, en la carretera de primer orden de Madrid a Valencia como el de Fuentidueña, no comenzaron hasta año y medio después de la firma del contrato debido a desavenencias importantes entre las partes, entre las que estaban algunas relativas a las dimensiones de las pilas de fundición. Finalmente arrancaron en junio de 1842 una vez fijada la longitud total del puente en 160 m como proponía Seguin, divididos en tres tramos de 50,30 m, 60,40 m y 50,30 m. Las obras, también bajo la responsabilidad del ingeniero francés encargado por Seguin de la construcción, Frédéric Malboz, avanzaron con celeridad aunque los problemas surgidos en el puerto de Alicante por los aranceles las retrasaron. Finalmente en septiembre de 1843 se realizaron las pruebas de carga y el 31 de octubre de ese año el



Figura 8
«Puente colgante de hierro sobre el río Gállego, en Zaragoza». (Archivo Foral de Bizkaia. Fondo de Grabados)



Figura 9
«Zaragoza. Puente de pontones sobre el Río Gállego. 1890». Fotografía de autor desconocido. (Colección del autor)

puente se abrió al público. Estuvo prestando servicio poco más de quince años ya que el 1 de diciembre de 1858 una riada destruyó una de las pilas centrales.

Reconstruido por el ingeniero Eugenio Barrón –siendo ya Falcó y Compañía la sociedad concesionaria– utilizando las columnas de fundición, el remozado puente de Arganda se sometió a la prueba de carga el 28 de noviembre de 1859 aunque se dejó la nivelación para el día siguiente. Se daba por terminado este acto cuando se oyó una fuerte detonación y los tres tramos del puente vinieron instantáneamente al río debido a la rotura de una de las columnas de fundición reutilizadas (Saavedra 1860, 291). De nuevo se volvió a reconstruir pero esta vez Barrón proyectó columnas de hierro laminado hechas en Birminghan (Inglaterra), de la firma John Henderson Porter.

Se conserva un detalle de las pilas dibujado en abril de 1843 por Joaquín de Aguirre Zubillaga y un alzado realizado en julio de 1859 por el ingeniero Eugenio Barrón, que lo reconstruyó tras su fracaso, en el que se aprecia que los pilonos centrales sobre las pilas tienen una altura mayor que los laterales levantados sobre los estribos (Luján 2015, 431 y 433). La fotografía de Laurent que conocemos hace referencia al puente reconstruido por Barrón que tuvo la virtud de ser uno de los primeros puentes colgantes con pilas de hierro laminado construidos en Europa.

El puente de Carandia, en la carretera de segundo orden que unía Burgos con Peñacastillo (Santander) tenía algo más de 50 m de luz y medía unos 6,12 m de ancho. La dirección de las obras corrió a cargo, como en los anteriores, de Malboz que lo entregó en mayo de 1843 abriéndose al público en ese mismo año. En 1856-57 se efectuó una reforma en la que se sustituyeron partes importantes del puente como numerosos alambres oxidados y también, al parecer, las columnas o bielas originales de fundición por otras de piedra. Resistió las avenidas de 1863 y estuvo en servicio hasta 1901-1902 redactándose en 1904 un proyecto para su demolición y aprovechamiento de materiales (Gutiérrez 2013; Luján 2015, 435-440).



Figura 10
Estribo de la margen derecha del puente de Santa Isabel sobre el Gállego, de 1844. (Fotografía del autor 2015)



Figura 11
«Vista de Fraga y su puente colgante», conservado en el Museo Romántico de Madrid (Wikimedia Commons)

Existe una fotografía anónima del puente de hacia 1880 en una colección privada y un plano de 1901 en el Archivo General de la Administración que reflejan la imagen del puente tras la sustitución de las pilas de fundición por las de piedra. No se conocen, sin embargo, ilustraciones del puente original.

Por último, el puente de Santa Isabel sobre el río Gállego en Zaragoza, en la carretera de Madrid a La Junquera por Barcelona, se terminó de construir en noviembre de 1844. Tenía un solo tramo con una importante luz de 136 m y sus materiales metálicos fueron importados de Francia, como en los otros tres puentes, dirigiendo su montaje el ingeniero Léon Wiedrischousky (Navascués 2007, 56). El puente revertió al Estado a los 25 años en 1869. Había sufrido hasta entonces diversas intervenciones, como los restantes, y entre 1888 y 1889 el ingeniero Antonio Fernández Navarrete redactaba un proyecto de intervención en el puente en colaboración con el francés Arnodin que realmente supuso de hecho la construcción de un nuevo puente ya que se sustituyeron incluso las pilas de fundición por otras nuevas de celosía de perfiles laminados.

La Revista de Obras Públicas –en adelante ROP– relata el proceso de sustitución: «Pero la operación más difícil fue, sin duda alguna, la sustitución de las antiguas bielas oscilantes por los apoyos definitivos. Se montaron éstos rodeando a los antiguos y dejando sin cerrar una de las caras de la celosía, para poder extraer por ella los apoyos antiguos. Se trasladaron uno á uno los alambres de los cables desde el apoyo antiguo al carretón del nuevo, sosteniendo este carretón con fiadores provisionales, y después se desmontaron las bielas de fundición para poderlas sacar del interior de los apoyos nuevos. Solo durante esta última operación, que se ejecutaba en algunos minutos, había necesidad de suspender el paso por el puente.» (ROP 1897, 267).

Las fotografías tomadas durante la construcción y publicadas en la revista nos presentan las antiguas columnas o bielas ya desmontadas acopiadas junto a una de las nuevas torres (figura 7). No conocíamos del puente histórico más imágenes que un grabado perteneciente al Archivo Foral de Bizkaia incluido en el Álbum artístico de los grandes monumentos de Zaragoza hacia 1844 y publicado en el libro sobre puentes de Bilbao que edité en 2003 (Salazar 2003) que reproduzco (figura 8). Recientemente tuve la oportunidad de conocer dos nuevas fotografías del puente; la primera de ellas, tomada por el fotógrafo de Zaragoza E. Beltran con estudio en la calle Méndez Núñez 14, probablemente en la década de 1880, refleja con bastante nitidez uno de los estribos con sus torres-bielas de fundición y parte de los cables y el tablero (véase la figura 1). La segunda fotografía, de autor desconocido, muestra el proceso de sustitución de cables y tablero del puente Seguin por los del nuevo puente Arnodin y está tomada en 1890 (figura 9). En la foto de Beltran y en las de la ROP, puede apreciarse que cada una de las bielas se había fundido en tres piezas de similar longitud uniéndose mediante bulonado in situ. Desde un punto de vista patrimonial cabe destacar que al menos los estribos del puente se conservan parcialmente aún en la actualidad (figura 10).

Jules Seguin elaboró durante 1837 y 1838 proyectos para otros puentes; al menos para los puentes colgantes de San Alejandro y San Pedro en Cádiz y de Mengibar en Jaen, los cuales entregó a la Administración durante las negociaciones que mantuvo con Larramendi por mediación de su apoderado el Sr. De Marliani; en 1943 se dirigía de nuevo a la Dirección General anunciando su intención de presentarse al concurso público convocado. Estos puentes fueron finalmente construidos por otras empresas (Luján 2015, 927-928).

La transferencia de la tecnología a los nuevos puentes colgantes

En Fraga (Huesca), sobre el río Cinca, se construyó entre 1845 y 1847 por la empresa catalana de Juan



Figura 12
Puente de Jánovas en el Pirineo oscense. (Fotografía del autor 2015)

Bautista Clavé según el proyecto del ingeniero Pedro de Andrés y Puigdollers el puente colgante de San Isidro. Constaba de tres tramos que medían 49 m + 83 m + 56 m en el momento de su primera reconstrucción en 1852 tras una riada aunque originalmente, según Navascués, medía 158 m, es decir, 30 m menos. Sus cables descansaban sobre columnas de fundición fusiformes y caladas, libres de giro. No tenemos más imágenes del puente que una pintura de Pérez Villaamil de 1850 (figura 11) en la que se pueden apreciar las cuatro columnas o bielas que, siguiendo la pauta marcada por las de la patente Seguin, poseen sin embargo la peculiaridad de tener sus costillas perforadas. El puente se arruinó en una nueva riada ocurrida el 21 de octubre de 1866 (Navascués 2007, 67-69; Biel y Pano 2011, 195-202).

En Monzón, en la carretera de Huesca a Lérida, el ingeniero Jacobo Fernández Arnao firmaba en 1842 un proyecto de puente colgante de cinco tramos, cuyos cables apoyaban sobre pilas de fundición empotradas en las pilas y estribos de sillería. Se trataba por tanto de apoyos fijos. El proyecto llegó a salir a subasta en 1847, aunque finalmente se realizó el presentado por la misma empresa catalana que había construido el de Fraga: Girona Hermanos, Clavé y Compañía. Según el proyecto del mismo ingeniero Pedro de Andrés y Puigdollers. El puente ejecutado constaba de tres tramos iguales de 63,70 m entre ejes de pilas. Sobre estas pilas, en palabras del ingeniero Joaquín Pano que redactó el proyecto de reconstrucción del puente en 1876, recogidas por Biel y Pano, «iban los cables apoyados en dos columnas de fundición terminadas inferiormente en una arista que reposaba sobre un cojinete del mismo material»; es decir, las columnas tipo Seguin, como se puede apreciar también en el plano del proyecto existente en el Archivo General de la Administración y recogido por los autores citados. Un huracán derribó el 8 de junio de 1849 las ocho columnas ya colocadas, aunque el puente pudo ser inaugurado finalmente el 1 de noviembre de ese año. El puente colgante de Santa María permaneció en uso hasta el 17 de noviembre de 1866 en que una riada produjo su hundimiento. (Biel y Pano 2011, 165-177).

El ingeniero Andrés de Mendizábal proyectó un puente colgante sobre el río Pisuerga en Valladolid, aunque finalmente fue construido el actual Puente Colgante en bowstring, sobre el que publicó una breve reseña y un plano en la ROP y en el que incorporaba los soportes de fundición móviles de Seguin: «[el cable] subirá a apoyarse en dos columnas de hierro fundido en cada estribo» (Mendizábal 1853, 155).

Finalmente, un puente verdaderamente interesante desde el punto de vista que nos ocupa, cuyo gran valor patrimonial acaba de ser puesto de manifiesto en un escrito que ha visto la luz en el momento de finalizarse la redacción de esta comunicación (Fernández Troyano 2015) es el puente de Jánovas (Huesca). En este puente, de 48 m de luz, los cables se apoyan sobre unos soportes de fundición articulados en el apoyo, de 1 m de altura, los cuales a su vez se asientan en torres trapezoidales de piedra de 2,95 m. Estos soportes nos recuerdan a los de los puentes Napoleón de Lyon, aunque aquellos ocultos a la vista, y siguen en lo esencial el tipo de la patente Seguin. En su base llevan inscrita la fecha de 1881, presumiblemente la de su construcción. (figura 12)

Conclusiones

En la construcción de los cuatro puentes se utilizó la patente Seguin de soportes/columnas/bielas de fundición modulares que por los datos conocidos no se fabricaron en Francia. Esto permitió a Jules Seguin

controlar al máximo el proceso de construcción en un país que desconocía, aquilatar los costes y limitar los plazos de ejecución y la contratación de personal.

Este modelo tuvo un relativo éxito ya que fue adoptado por ingenieros y empresas españolas, como Larramendi deseaba. En un momento en el que empresas como Santa Ana de Bolueta en Bilbao o la de Narciso Bonaplata en Sevilla estaban por primera vez en condiciones de fundir piezas del tamaño y calidad requeridas.

En algunos o en todos los puentes, no lo sabemos con seguridad, se utilizaron por vez primera las soluciones estructurales metálicas diseñadas y patentadas por Seguin como soporte del tablero, soluciones que más tarde se incorporaron en otros puentes franceses.

Lista de referencias

Biel Ibáñez, María Pilar. 2000. «Recordando una obra singular zaragozana: El puente colgante de Santa Isabel». *Aragón T. y M*. 349: 28-30.

Biel Ibáñez, María Pilar. 2009. «Los puentes colgantes de Aragón: recordando los de Fraga y Monzón». *Aragón T. y M*. 366: 43-48.

Biel Ibáñez, María Pilar. 2012. «Los puentes colgados levantados en Andalucía a mediados del siglo XIX: El puente de San Pedro. Una aproximación a su historia constructiva». *Jornadas Andaluzas de Patrimonio Industrial y de la Obra Pública*. 2010. Sevilla.

Biel Ibáñez, María Pilar y José Luis Pano Gracia. 2011. *El ingeniero de caminos Joaquín Pano y Ruata (1849-1919), Perfil biográfico y profesional*. Monzón: Centro de Estudios de Monzón y Cinca Medio.

Burgos Núñez, Antonio, Olmo García, Juan Carlos y Mª. Paz Sáez Díez. 2012. «Historia del puente colgante de Mengibar, una obra de referencia la ingeniería civil española del siglo XIX». *Revista de Obras Públicas*. 3.533: 53-62.

Billington, David P. [1983] 2013. *La torre y el puente. El nuevo arte de la ingeniería estructural*. Madrid: CINTER.

Cotte, Michel. 1997. *Les fonds d´archives Seguin. Aux origines de la révolution industrielle en France 1790-1860*. Privas: Archives départamentales de l´Ardeche.

Cotte, Michel. 2007. *Le choix de la révolution industrielle. Les entreprises de Marc Seguin et ses fréres (1815-1835)*. Rennes: Presses Universitaires de Rennes

Croizette Desnoyers, P. H. 1885. *Cours de Construction des Ponts*. Paris: Vve. CH. Dunod. Tomo segundo.

Fernández Troyano, Leonardo. 2015. «El puente de Jánovas sobre el río Ara en el Pirineo aragonés, un puente colgante original del siglo XIX». *Revista de Obras Públicas*. 3.565: 55 a 62.

Fernández Troyano, Leonardo y Amaya Sáenz Sanz. 2011. Los puentes: materiales, estructuras y patrimonio. En *El Ochocientos: de los lenguajes al patrimonio*. *Técnica e ingeniería en España*, Tomo VI. Editado por M. Silva, 470-473. Zaragoza: Real Academia de Ingeniería, Institución «Fernando el Católico», Prensas Universitarias de Zaragoza.

Gutiérrez Díaz, Francisco. 2013. «El puente colgante de Carandia». *Diario Montañés*, 12/10/2013: 11

Jollois, M. M. y Legraverend. 1832. «Pont suspendu en fil de fer construit à Bry-sur-Marne (Département de la Seine) par M. Jules SEGUIN». *Annales des Ponts et Chaussées*. Tomo I: 210-234.

Kranakis, Eda. 1997. *Constructing a Bridge. An Exploration of Engineering Culture, Design, and Research in Nineteenth-Century France and America*. Cambridge, Ma/London: The MIT Press.

Locart, M. E. 1851. «Description du pont construit sur la Saône à Lyon, por M. Ferdinand Seguin, ingénieur civil». *Annales des Ponts et Chaussées*. Tomo II: 369-380

Luján Díaz, Alfonso. 2015. *La modernidad latente de la obra pública: primeras aplicaciones del hierro en los puentes españoles, (1815-1846)*, Tesis doctoral. Madrid: Universidad Complutense. En línea.

Mendizábal, Andrés de. 1853. «Puente colgado sobre el río Pisuerga en Valladolid». *Revista de Obras Públicas*. Tomo I, 154-156 y lámina 10.

Montgolfier, Pierre-François y Seguin, Jules. 1841. *Différents emplois du fer résistant à la traction et à l'écrasement*. INPI, Institut Nationelle de la Propriété Industrielle. Base Brevets du 19e siècle.

Navascués Palacio, Pedro. 2007. *Arquitectura e ingeniería del hierro en España (1814-1936).* Madrid: Iberdrola.

Peters, Tom F. 1987. *Transitions in Engineering. Guillaume Henri Dufour and the Early19th Century Cable Suspension Bridges*. Basel/Boston. Birdhouse Vela.

Pilot, Georges y Jean Louis Bordes. 2011. *Ouvrages du génie civil français dans le monde. Ponts et viaducs: 1820-1915*. Paris. Comité génie civil et bâtiment. IESF. En línea.

ROP. 1897. «El puente colgado de Santa Isabel (Zaragoza)». *Revista de Obras Públicas*. 1.119: 205-206; 1121: 266-267 y 271; 1122: 301.

Saavedra, Eduardo. 1860. «Prueba del puente colgado de Arganda». *Revista de Obras Públicas*. Tomo I (24): 290-292)

Salazar Arechalde, José Ignacio. 2003. *La ría de Bilbao en el siglo XIX. Tendiendo puentes, abriendo caminos*. Bilbao. COAATBI.

Seguin, Marc y Seguin, Camille. 1835. *Diverses innovations apportées dans la construction des ponts suspendus.* INPI, Institut Nationelle de la Propriété Industrielle. Base Brevets du 19e siècle.

La iglesia del monasterio jerónimo de Santa Catalina en Talavera de la Reina. Piezas singulares de cantería documentadas en la tratadística española

Rocío Carvajal Alcaide

La iglesia del monasterio de Santa Catalina, conocida actualmente como iglesia de San Prudencio, se encuentra situada en el casco urbano de la ciudad de Talavera de la Reina. Su singular ubicación ha sido condicionante para las ampliaciones que han tenido lugar desde la fundación del monasterio en 1367. De la primera iglesia de estilo mudéjar apenas se conservan los restos de una pequeña puerta. La segunda ampliación tuvo lugar durante la segunda mitad del siglo XVI y abarca cabecera, sacristía y escaleras. El objetivo de esta comunicación es descubrir los trabajos en cantería de notable factura que en esta segunda etapa tuvieron lugar. Los ejemplos que aquí se presentan corresponden a trazas recogidas en los tratados más representativos dedicados al corte de la piedra en España. Este trabajo pretende mostrar la importancia de que en una misma obra se reúnan obras tan notables como muchas veces innecesarias. A lo largo de su construcción, que se prolonga durante casi un siglo, en esta obra intervienen notables maestros muy representativos de la arquitectura española como Juan de Herrera, Alonso de Covarrubias, Juan de Zumárraga y Pedro de Tolosa entre otros, lo que nos demuestra el enorme interés y valor estilístico de una obra hasta ahora poco conocida y estudiada. El trabajo que todos ellos están desarrollando en importantes obras del ámbito castellano van a permitir establecer relaciones entre obras y autores, demostrando la evolución y transmisión de ideas que entre ellos tuvo lugar.

Antecedentes históricos

Monasterio fundado en 1367 por el arzobispo don Pedro Tenorio. Único por su ubicación dentro del casco urbano, el monasterio se sitúa junto a la colegiata de Santa María. De la primera iglesia sabemos que carecía de coro alto, motivo por el cual se decidió edificar un nuevo templo para evitar que fieles y religiosos compartieran el mismo espacio. De esta primera etapa apenas quedan restos, únicamente la llamada puerta del Serafín. En 1452 se concede la Bula Papal para la construcción de una nueva iglesia y en 1455 se inaugura la obra, terminando esta en 1528. Las dimensiones de la iglesia se quedaron pronto escasas debido al crecimiento de la población del monasterio y en 1536 se vuelve a solicitar Bula Papal para acometer las obras de ampliación del templo. Finalmente, en 1549 el Capítulo se reúne y se decide edificar una nueva iglesia, nombrando a fray Martín de Madrid y fray Francisco de Yepes responsables de las trazas. Según fuentes documentales parece ser que existían unas primeras trazas de la iglesia realizadas por un tal maestro Baltaça. En 1550 se empieza a trabajar en la sacristía y en las escaleras entre las caballerizas y el zaguán, así como en la terminación de la capilla mayor, con Juan Correa de Vivar como maestro mayor y un aparejador llamado Guerra, terminándose la sacristía en 1558. La construcción de la cabecera y estancias anexas se termina en torno a 1567 con Juan de Zumárraga como maestro de obras. Queda pendiente la decisión de cómo

cubrir el crucero. Es en este momento cuando se produce la visita de Pedro de Tolosa quien pone en duda la estabilidad de la obra en el momento en que se discutía la decoración de las pechinas que ya presentaban grietas. La sucesión de maestros trabajando en la construcción de la iglesia dificulta la labor de señalar a uno de ellos como autor material de las trazas del proyecto, defendiendo Javier Marías la teoría de que fue Alonso de Covarrubias el autor de ellas aunque no se ejecutasen las obras bajo su dirección. Para 1622 se termina la cúpula que cierra el crucero pero en el cuerpo de la iglesia y coro se mantiene la iglesia primitiva. Los problemas que apuntó Pedro de Tolosa empeoran con la construcción de la cúpula siendo necesaria la intervención de Juan de Herrera para garantizar la estabilidad de la fábrica, construyendo un muro a modo de refuerzo en el lado sur de crucero y cabecera. Hacia 1641 se concluye finalmente la totalidad de la obra.[1]

Actualmente es propiedad de la Fundación Aguirre Patronato Asilo de San Prudencio.

Descripción del edificio

La iglesia es rectangular de una nave, con dos plantas y tres tramos separados por arcos fajones con crucero delimitado por cuatro arcos torales y rematado con media naranja sobre pechinas decoradas con esculturas de los cuatro evangelistas. La capilla mayor es en forma ábside cilíndrico cubierto por bóveda avenerada de planta oval. Desde el lado norte del crucero se accede a la sacristía de planta octogonal cubierta por bóveda ochavada. A través de la sacristía se accede a la escalera volada que en origen servía de acceso al coro. Se desarrolla en caja de proporciones cuadradas cubierta por bóveda vaída rematada por cupulín de despiece helicoidal.

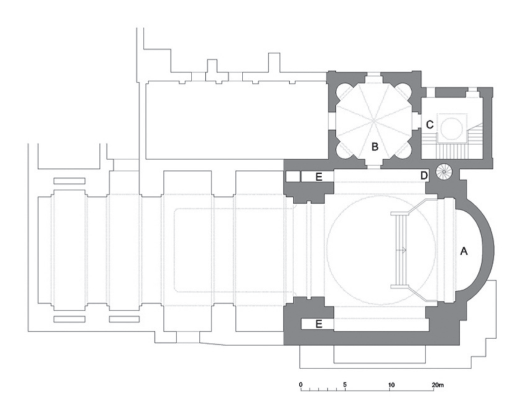


Figura 1
Ampliación de la iglesia de Santa Catalina. Dibujo sobre plano de F.Jurado 1.997
(A) Ábside en cabecera, (B) Sacristía, (C) Escalera, (D) Caracol de acceso a cubierta, (D) Púlpitos junto a arco toral

La nave de la iglesia tiene una anchura de 12 mts. y una altura de 23,4 mts. con un espesor de muro de 3,2 mts. Carece de contrafuertes exteriores. Tan solo los muros de la sacristía y caja de escaleras sirven de refuerzo en el lado norte del crucero (figura 1).[2]

Ampliación s.xvi: cabecera y estancias adosadas al lado norte del crucero

La construcción de la nueva iglesia se extiende desde 1550 hasta 1567. En este periodo de tiempo se realiza la cabecera y estancias adosadas en el lado norte del crucero que pasaremos a describir a continuación. A partir de ese momento los problemas que plantea el cerramiento del crucero hace que las obras apenas avancen. Para el año 1620 la terminación de la cúpula del crucero sigue sin concluirse y en el cuerpo de la iglesia y el coro se mantiene la estructura del templo anterior.

Se cree las trazas de la cabecera son obra de Alonso de Covarrubias aunque no su construcción que fue dirigida por el maestro Juan Correa de Vivar y Juan de Zumárraga. También está documentada la visita del aparejador Pedro de Tolosa a las obras de Santa Catalina.

Capilla mayor

La cabecera de la iglesia está rematada con un único ábside cilíndrico de directriz oval que ocupa la práctica totalidad del ancho de la nave disminuida por el grueso de los arcos torales.

Está cubierto por una bóveda con decoración de venera conformada por catorce estrías y trece estriones. El vértice de la concha se sitúa en la planta del ábside. Este ejemplo ilustra a la perfección el modelo llamado *media naranja oval* que presenta en su obra sobre cortes de cantería Alonso de Vandelvira (figuras 2 y 3)



Figura 2
Venera oval en el ábside de cabecera

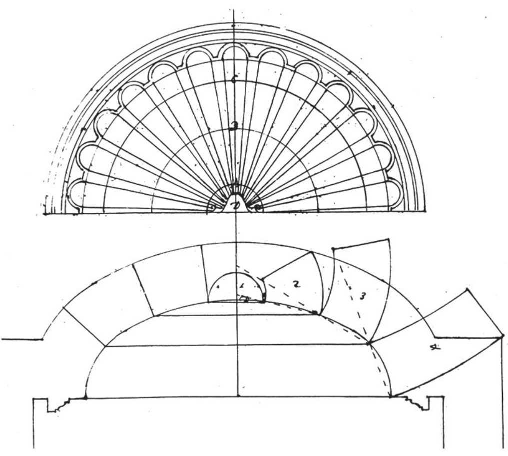


Figura 3
Media naranja oval (Vandelvira 1575, f68r)

El trazado coincide no solo en su planta de forma oval sino también en el número de estrías y estriones en que se divide. La distribución de dovelas se realiza siguiendo el modelo donde las hiladas de lechos se distribuyen conformando paralelos con centro en eje horizontal de la bóveda. Tanto las juntas entre las diferentes dovelas como la disposición de las veneras seguirán líneas meridianas de la superficie (Palacios 2003).

En la obra de Alonso de Covarrubias, posible autor de las trazas de esta cabecera, encontramos una bóveda avenerada en el ábside de la Iglesia de Santa María la Blanca de Toledo. Pedro de Tolosa proyectó para la cabecera y capillas del crucero de la iglesia de San Juan de Ávila una solución de bóveda de horno en forma de venera (Gutiérrez Pulido 2009).

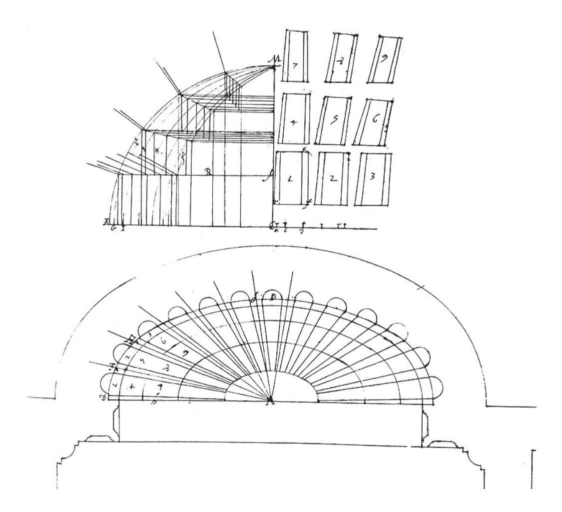
Sacristía

Tiene planta octogonal inscrita en cuadrado de 8,27 mts. de lado y cubierta con bóveda ochavada. Los muros alternan vanos y nichos esféricos rematados por 1/4 de media naranja con decoración de venera con el vértice de la concha situado en la clave del arco. La disposición de estrías y estriones es en este caso inversa a la de la venera del ábside de cabecera. Despiezada en cuatro hiladas que aquí se distribuyen conformando paralelos de la superficie con centro en el eje vertical de la bóveda, siguiendo el despiece en vuelta redonda típico de las medias naranjas. Este corte simplifica con su planta semicircular el modelo de Vandelvira denominado *venera oval*. Coincide sin embargo en la colocación de las veneras y distribución de dovelas (figura 4 y 5).

La cubierta de la sacristía es una bóveda ochavada de perfil semicircular. Se divide en doce hiladas horizontales con despiece entre dovelas contrapeado, de manera que las juntas nunca se manifiestan a lo largo del arco delimitador de cada gajo. En cada sector de la bóveda se dispone un hueco oval en la parte superior y vanos rematados por arcos de medio punto en la parte inferior.



Figura 4
Nichos en los muros de la sacristía



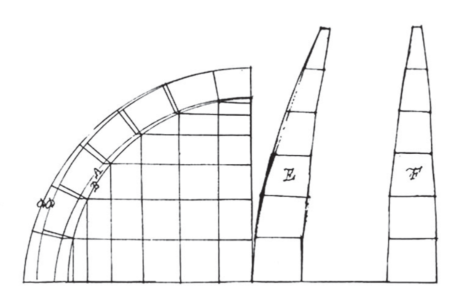


Figura 5
Venera oval (Vandelvira 1575, f69r)

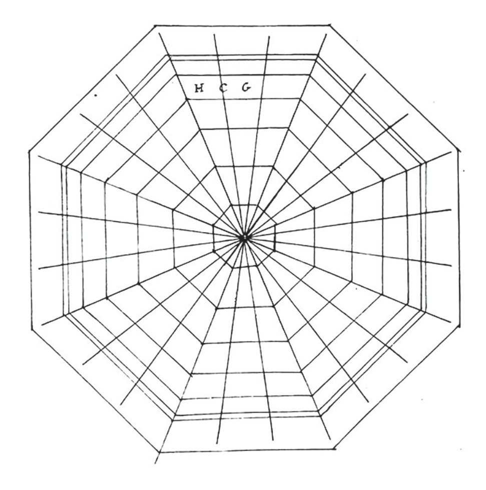


Figura 7
Ochavo igual por dovelas (Vandelvira 1575, f104r)

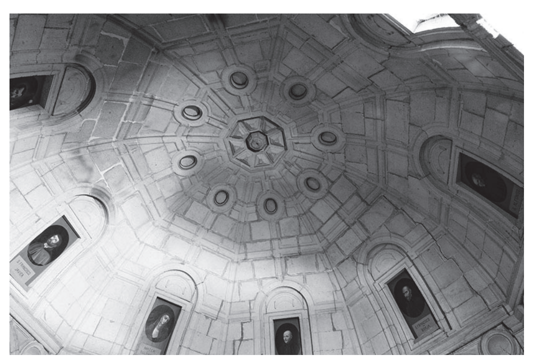


Figura 6
Sacristía. Bóveda ochavada

Este modelo aparece en el tratado de Vandelvira como método general para cualquier bóveda ochavada. Aunque Vandelvira lo presenta despiezado con juntas delimitando los sectores del ochavo, bastaría enlazar las dos piezas que convergen en esquina para resolver un despiece contrapeado (figuras 6 y 7).

Escalera de subida al coro

Desde la sacristía se accede a una estancia de proporciones cuadradas de 6,80 mts. de lado donde se desarrolla una escalera que en origen debía servir para acceder al coro. Es de piedra de granito y consta de cuatro tramos volados 1,80 mts. desde los muros que la delimitan. La disposición de sus juntas entre hiladas es perpendicular a la línea de la testa de la zanca y a los muros que la sustentan (Carvajal, 2011). Esta escalera es uno de los elementos más representativos de este edificio y su construcción debió de tener gran repercusión en la época ya que es un arquetipo que aparece en las obras de Vandelvira, Fray Lorenzo de San Nicolás y Juan de Portor y Castro. En este último aparece dando nombre a una traza concreta.

Alonso de Vandelvira en su *Libro de trazas de cortes de piedras* lo denomina *escalera a regla adulcida.*

> Esta escalera es la más galana y artista que yo he hallado, porque después de ser desembarazada es muy apacible a la vista por ser a regla por todas partes a manera de capialzado a regla (Vandelvira 1575)

En el *Arte y Uso de Arquitectura, cap. LXIIII. Trata de las escaleras, fábrica y cortes, por sus demostraciones,* Fray Lorenzo de San Nicolás escribe:

> Conocida la fábrica de la escalera de madera, resta el tratar de los cortes de otras escaleras de cantería, aprovechándome de la escalera que tiene el convento de Santa Catalina de frailes jerónimos en la villa de Talavera, y después fue contrahecha en el convento de Uclés de la orden militar de Señor Santiago que por ser ingeniosa demostraré sus cortes (FLSN 1639)

En cuanto al otro ejemplo citado, puede referirse a la escalera que existe en el vestíbulo de la sacristía del monasterio de Uclés, que sigue la misma distribución de zancas y disposición de hiladas.

En el cuaderno de Juan de Portor y Castro la escalera de Santa Catalina aparece dando nombre a la traza denominada *Escalera cuadrada capialzada engauchida por hiladas atravesadas a regla*:

> Esta escalera llaman la escalera de Talavera y de la Lonja porque está ejecutada en esas dos partes y así le llaman estos dos nombres (Portor 1708)

Esta tipología de escalera se encuentra también en la Lonja de las contrataciones de Sevilla. De ejecución mucho más cuidada que la de Santa Catalina, es obra de Miguel de Zumárraga, el cual había sustituido a Alonso de Vandelvira en la dirección de las obras en el año 1609. Recordemos que su padre, Juan de Zumárraga, se encuentra trabajando en la iglesia de Santa Catalina como maestro de obras en 1566, momento en que la escalera de Santa Catalina



Figura 8
Escalera de subida al coro

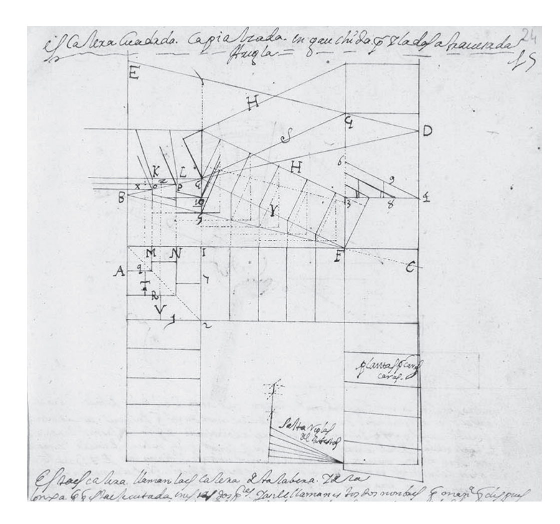


Figura 9
Escalera cuadrada capialzada engauchida por hiladas atravesadas a regla (Portor 1708, f24r)

ya estaría terminada, siendo por tanto la primera escalera construida de los tres ejemplos citados. (figuras 8 y 9).

Bóveda vaída por hiladas cuadradas

La estancia donde se ubica la escalera está cubierta por una bóveda vaída despiezada por cuatro hiladas cuadradas, dispuestas paralelamente a los arcos formeros de la bóveda. Es un modelo recurrente en todos los trabajos dedicados al corte de cantería de la época. En este ejemplo, las hiladas forman en las esquinas del cuadrado un sillar de forma romboidal, siguiendo una variante del llamado aparejo en ramales (Alonso, Calvo 2011). Se remata el espacio central de la bóveda con un óculo inscrito en un cuadrado cuyas piezas de transición se dividen por juntas trazadas radialmente desde el centro. la talla de estas piezas de transición entre el óculo y la bóveda lo podemos encontrar en la *capilla cuadrada artesonada* en el *Libro de trazas de cortes de piedras* de Alonso de Vandelvira (Vandelvira 1575).

La traza de la bóveda vaída, además de en la obra de Vandelvira, se encuentra recogida también por Alonso de Guardia y Juan de Portor. En el caso de Vandelvira y Guardia aparecen dos variantes según la



Figura 10
Bóveda cubriendo escalera volada

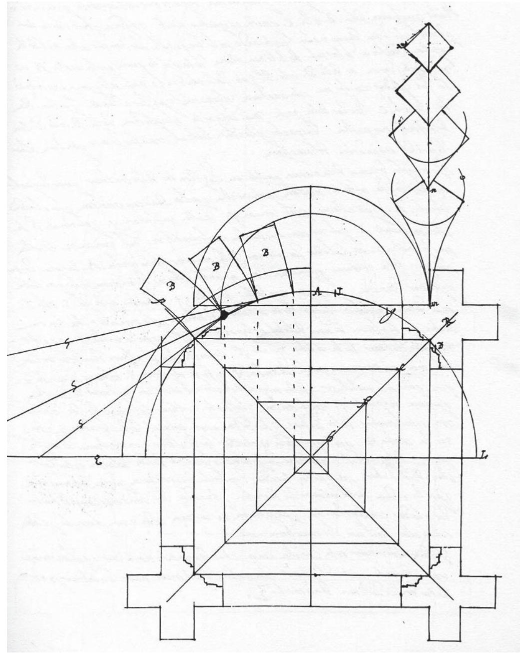


Figura 11
Capilla cuadrada por hiladas cuadradas (Vandelvira 1575, f84r)

disposición de las hiladas con respecto a los arcos que configuran el espacio, esto es, paralelos a los arcos y perpendiculares a las diagonales de la estancia. En el caso de Portor, un único modelo presenta el despiece de una media naranja por hiladas paralelas a los arcos formeros (figuras 10 y 11).

En torno a las misma época, encontramos bóvedas similares en obras donde se encuentra presente el aparejador Pedro de Tolosa. En los sótanos de la zona meridional del monasterio de El Escorial encontramos una serie de bóvedas vaídas despiezadas por hiladas cuadradas. Están realizadas antes 1576 y se construyeron bajo la dirección de Pedro de Tolosa y Lucas de Escalante (López 2009) . Este tipo de despiece es también el utilizado en las bóvedas de la iglesia de Navamorcuende en Toledo, donde Pedro de Tolosa a finales de 1559 se hace cargo de las obras de la cabecera.

Bóveda de despiece helicoidal

El óculo de remate de la bóveda vaída se cubre con una pequeña bóveda con despiece helicoidal. Estas bóvedas han sido estudiadas en profundidad por Enrique Rabasa (Rabasa 2003, Rabasa 2009) quien descubrió este modelo en Santa Catalina. Aunque aparece en las obras más representativas, tanto manuscritas como impresas de la tratadística de la edad Moderna en España, se conocen muy pocos ejemplos construidos. De complicada ejecución, ya que todas las dovelas son diferentes, el despiece de esta pequeña bóveda pasa desapercibido por su situación en el remate de la bóveda vaída, detalle que nos

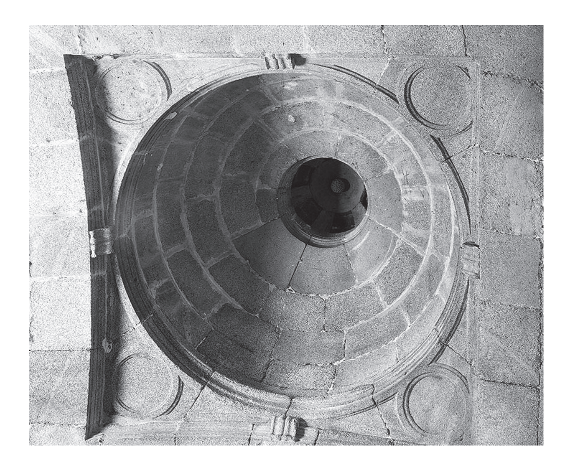


Figura 12
Cupulín con despiece helicoidal

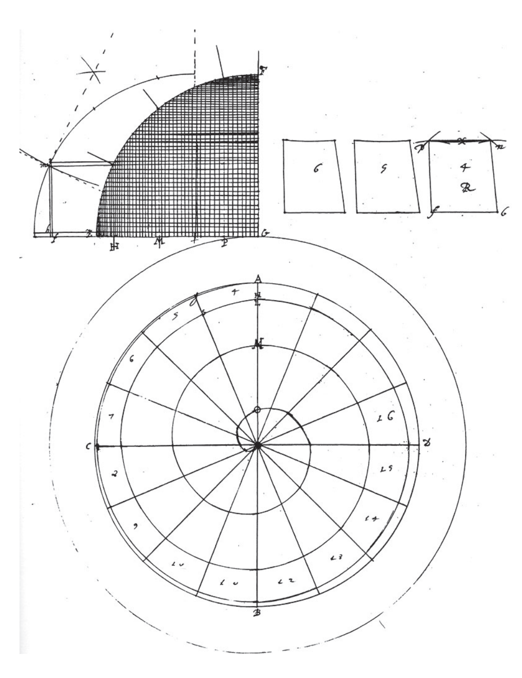


Figura 13
Capilla en vuelta de capazo (Vandelvira 1575, f66r)

demuestra la calidad de los trabajos de cantería que se realizaron en este edificio aún en zonas donde no puede deberse más que una demostración de las habilidades del cantero (figuras 12 y 13).

Caracol de subida a las cubiertas

Accedemos a este caracol desde una de las mesetas de la escalera volada. Ubicado en el muro norte de la capilla mayor, su construcción tendría lugar en torno a 1567, momento en que ya están terminadas las obras de la cabecera de la iglesia. Pertenece a la tipología denominada de husillo con machón helicoidal con la particularidad de que en este modelo la disposición de los peldaños no se realiza de forma radial al machón central sino que son tangentes a un círculo ideal. De esta forma las piezas tienen mayor tamaño que en la disposición radial consiguiendo un mayor espacio útil en la escalera. Este modelo ha sido estudiado de forma exhaustiva por Alberto Sanjurjo (Sanjurjo 2013) No se encuentra esta singular traza recogida en los manuscritos y tratados dedicados a



Figura 14
Caracol de subida a cubierta

cortes de cantería que hasta el momento se conocen, pero encontramos varios ejemplos similares construidos en obras del ámbito castellano en torno a la misma época como en la catedral de Plasencia, la iglesia de Villa del Prado y el monasterio del Escorial (figura 14).

Bóveda oval en arcos torales

Desde el crucero, detrás del arco toral que lo separa la nave, se accede a dos pequeñas estancias rectangulares y estrechas cubiertas por unas pequeñas bóvedas de planta oval inscrita en un rectángulo. Presenta un curioso despiece de siete dovelas en tres hiladas



Figura 15
Bóveda oval en arcos torales

girando alrededor del eje mayor de la bóveda. Sus reducidas dimensiones y situación en un espacio oculto vuelve a mostrarnos un ejemplo de solución constructiva innecesariamente compleja (Figura 15).

Conclusiones

A pesar de que la iglesia de Santa Catalina es una obra apenas estudiada y conocida, reúne numerosos ejemplos de notables cortes de cantería muchos de ellos innecesariamente complejos para la solución constructiva que resuelven. Se desconoce el motivo por el que se realizaron estos trabajos tan singulares tanto por su ejecución como por su ubicación y porqué tuvieron todos lugar en el mismo edificio. Los testimonios que de ellos se recogen en las obras y tratados de la época denotan que debió tener una gran importancia su construcción. Los problemas estructurales que presenta ponen en peligro la conservación de una obra muy singular donde es preciso llevar a cabo un estudio multidisciplinar que proponga las intervenciones necesarias para su conservación.

Agradecimientos

Quiero agradecer a la Fundación San Prudencio y en especial al administrador D. Matías Martín Vicente su amabilidad y disposición en todas las visitas que se hicieron a la iglesia, además de su generosidad al permitir la consulta de la documentación que poseen y que desgraciadamente es muy escasa.

Todo el reportaje fotográfico de la iglesia está realizado durante una de las visitas por Alberto Sanjurjo y Miguel Alonso. Ellos me han facilitado las fotos necesarias para ilustrar los ejemplos aquí presentados.

Notas

1. El historiador David Gutiérrez Pulido ha realizado una interesante investigación y recopilación de todos los datos publicados sobre este monasterio y más en concreto sobre las distintas ampliaciones de la iglesia, que ha sido la referencia para este breve resumen. Se pueden consultar todos los datos documentados de forma detallada en su libro *Pedro de Tolosa, maestro de cantería del siglo XVI, en la Sierra de San Vicente (Toledo) 2009,* Excmo. Ayuntamiento de Talavera de la Reina.
2. El arquitecto Francisco Jurado participó en las obras de restauración de la iglesia que se realizaron en 1993. En relación a las dimensiones y problemas de estabilidad de la fábrica de esta iglesia se puede consultar la comunicación de Francisco Jurado «Active repairs in domed structures» en *5th International Conference on Studies, Repairs and Manteinance of Heritage Architecture.* San Sebastián 1997.

Lista de Referencias

Alonso Rodríguez, Miguel, Calvo López, José. 2011. «Bóvedas vaídas por hiladas cuadradas en el ámbito castellano. La iglesia de Navamorcuende (Toledo) » *en Actas del Séptimo Congreso Nacional de Historia de la Construcción* (Santiago de Compostela, 2011), Madrid:Instituto Juan de Herrera vol. 2 pp. 65-74.

Carvajal Alcaide, Rocío. 2011. «Estructura y singularidad del Cuaderno de arquitectura de Juan de Portor y Castro (1708-1719)» en *Actas del Séptimo Congreso Nacional de Historia de la Construcción* (Santiago de Compostela 26-29 de Octubre de 2011), Madrid. Instituto Juan de Herrera, vol. 2 pp. 211-220.

«Stairs in the Architecture notebook of Juan de Portor y Castro. an insight into ruled surfaces» en Nexus Network Journal vol. 13 nº3. Birkhauser .

Guardia, Alonso de. Colección de trazas manuscritas sobre *Battista Pittoni, Interprese de diversi principi, duchi, signori, e d'altri personaggi, et buomini illustri, con alcune stanze sonetti di M. Iodovico Dolce.* Venecia, 1560. Estampas Raras, 4196.

Gutierrez Pulido, David. 2009. *Pedro de Tolosa, maestro de cantería del siglo XVI en la Sierra de San Vicente.* Talavera de la Reina. Excmo. Ayuntamiento de talavera de la Reina.

Jurado Jiménez, Francisco. 1997. «Active repairs in domed structures» *5th International Conference on Studies, Repairs and Manteinance of Heritage Architecture* . San Sebastián, junio 1997.

López Mozo, Ana. 2009. *Bóvedas de piedra del monasterio de El Escorial*. Tesis doctoral inédita. Escuela Técnica Superior de Arquitectura, Universidad Politécnica de Madrid.

Palacios Gonzalo, José Carlos. 2003. *Trazas y cortes de cantería en el Renacimiento español*. Madrid: Editorial Munilla-lería.

Portor y Castro, J. de. 1708-1719. *Cuaderno de Arquitectura*. Mss. 9114

Rabasa Díaz, Enrique. 2000. *Forma y construcción en piedra. De la cantería medieval a la estereotomía del siglo XIX*. Madrid: Akal.

Rabasa Díaz, Enrique. 2003. «The single coursed ashlar vault» en *Proceedings of the First International Congress on Construction History*. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Rabasa Díaz, Enrique. 2009 «Soluciones innecesariamente complicadas en la estereotomía clásica» en *El arte de la piedra. Teoría y práctica de cantería*. Madrid: Ceu Ediciones.

Sanjurjo Álvarez, Alberto. 2009. «Historia y construcción de la escalera de caracol. El baile de la piedra» en *El arte de la piedra. Teoría y práctica de cantería*. Madrid: Ceu Ediciones.

Sanjurjo Álvarez, Alberto. 2013. «Experimentación geométrica y constructiva en piedra: algunos casos especiales de escaleras de caracol» *en Informes de la construcción vol. 65 nºextra-2*. Madrid:CSIC.

San Nicolás, Fr. L.1639 y 1664. *Arte y uso de arquitectura*. Madrid:s.1.Imprenta de Juan Sánchez. (Facs. Valencia: Albatros, 1989).

Tosca, P. Thomas Vicente, Compendio mathematico…, Valencia, Antonio Bordazar, 1707-15 (1721-27, 1757), Tratado de arquitectura civil, montea y cantería y reloxes, Valencia: Hermanos Orga ,1794 (facsímil en valencia, librería París-Valencia, 1992)

Vandelvira, Alonso de. Hacia 1575-1591. *Libro de traças de cortes de piedras*, copias manuscritas en Mss.12.719 de la Biblioteca Nacional de Madrid y R. 10 de la Biblioteca de la Escuela de Arquitectura de Madrid (facsímil de la segunda en Geneviève Barbé-Coquelin De Lisle. 1977. Tratado de Arquitectura de Alonso de Vandelvira. Albacete: Caja de Ahorros).

La efímera estabilidad de las cúpulas de hielo, siglos XVIII y XIX

Pepa Cassinello

El hielo ha dado forma ha muy diferentes tipos de cubiertas abovedadas que forman parte de la Historia de la Arquitectura acaecida en los lugares más fríos de la Tierra. Sin embargo, dada su efímera vida, es un patrimonio que solo perdura en las fuentes documentales, y tal vez por ello, es también uno de los más desconocidos.

El único tipo de cubiertas de hielo que ha sido ampliamente documentado es el prehistórico y persistente iglú. Pero la variada arquitectura del hielo, surgida por primera vez en Rusia en el siglo XVIII, es la gran desconocida. Se trata de un conjunto de inquietantes y traslúcidas formas resistentes, que formaron parte de los famosos «Palacios de Hielo», cuya estabilidad no solo dependía de su forma geométrica y adecuado sistema de contrarresto, como en el caso de las bóvedas y cúpulas de fábrica pétrea, sino también de la constante existencia de las condiciones térmicas y ambientales que el material necesita para no sufrir grandes deformaciones o derretirse hasta desaparecer.

Por otra parte, las bóvedas y cúpulas de bloques de hielo, pese a su inestabilidad material —se derriten—, al igual que las construidas con fábricas pétreas, están dotadas de una gran resistencia a compresión.

El objetivo de la investigación ha sido rescatar del olvido algunos de sus más relevantes hitos, analizando sus tipos estructurales y constructivos, unidos a las peculiares técnicas constructivas de este material. Entre ellos destacan las cubiertas del: Palacio de St Petersburg (1739-1940), Palacios del Carnaval anual de Montreal (1883-1909), Palacio de St Paule (1886), la Torre de Babel de Montreal (1887), el Palacio y la Botella gigante de Québec (1894), el Ziggurat de Québec (1885) y el Palacio de Ottawa (1895).

Introducción: De la Arquitectura de Hielo (siglo XVIII – siglo XIX)

La historiografía sitúa el nacimiento de la Arquitectura de Hielo en el siglo XVIII en Rusia, aunque desde el inicio de los tiempos, el hombre construyó pequeñas viviendas de hielo —iglús— en todos aquellos lugares donde la nieve y el hielo eran los únicos materiales existentes para construir su habitat.

Transcurrido un largo periodo de tiempo, y de la mano del desarrollo de la técnica de este material, se construyó el primer Palacio de hielo. Fue en Rusia, en el año 1734, aunque no existe documentación referente a sus características específicas. Seis años después, en 1740, se construyó el Palacio de Newa. Fue edificado en San Petersburgo, junto a la orilla del río Newa, por orden de la emperatriz rusa Anna Ivanovna para conmemorar la firma del tratado de paz con Turquía. Su destino fue servir para la celebración de diferentes fiestas, así como de alojamiento de la burlesca Luna de Miel del Príncipe Gallitzin y su esposa, una vez convertidos en meros bufones. (Anderes 1983)

Este Palacio de Hielo fue diseñado por el arquitecto ruso Peter Eropkin, que en aquellos momentos di-

rigía el Comité de Construcciones de San Petesburgo. Se trataba de un arquitecto formado en Italia, que había traducido al ruso la obra de Palladio. No vano, el Palacio de Hielo recordaba, en algunos aspectos formales, a una pequeña Villa Palladiana. Se levantó sobre planta rectangular de 15,85 metros por 4,87 de ancho y 6,00 de alto (figura1).

Fue construido en su totalidad utilizando bloques de hielo; tanto su estructura portante de muros de carga, como su cubierta inclinada, y las particiones interiores, así como los cerramientos de las ventanas, el mobiliario, los objetos decorativos e incluso el jardín exterior, que estaba rodeado de esculturas de árboles y animales tallados en hielo. (Curtiss 1974)

Con el fin de conseguir la máxima transparencia de las fábricas de hielo, Peter Eropkin usó hielo de agua del lago, en lugar de la de los canales que contenían impurezas. Los bloques de hielo fueron extraídos de zonas profundas para garantizar también la mayor compacidad del material. Las juntas entre bloques se rellenaban con agua, que se congelaba en pocos instantes, uniendo los bloques de tal manera, que el conjunto arquitectónico de las fábricas parecía ser un solo cuerpo uniforme tallado en una sola pieza. Impactante apariencia que fue descrita por el historiador ruso George William Krafft en 1741 (Krafft 1741).

En efecto, según se describe Krafft, el Palacio parecía esculpido en un solo y enorme trozo de hielo, y

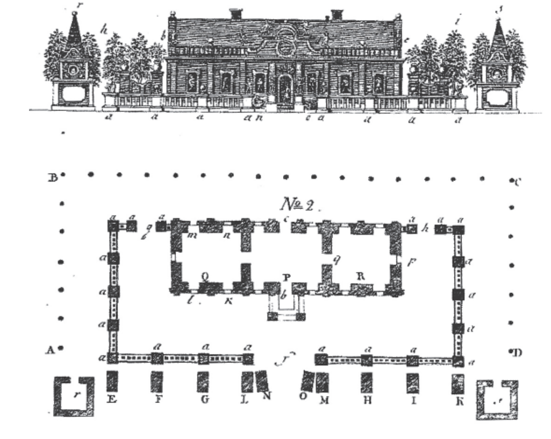


Figura 1
Palacio de Hielo /Villa Newa. St Petesburgo 1740 (Krafft 1741)

fue más bello e impactante de lo que hubiera sido de haberse tallado en una enorme piedra del más fino mármol, ya que el brillo multicolor de las transparentes fábricas de hielo bajo los rayos del sol lo databa de una apariencia mágica.

Al llegar la primavera el Palacio se derritió desapareciendo para siempre del mundo real, quedando confinado en los dibujos que acompañan los documentos históricos del reinado de la emperatriz Anna Ivanovna. Sin embargo, transcurridos más de 100 años, este Palacio se convirtió en el máximo precedente de una larga y continua secuencia de grandes construcciones de hielo, que desde entonces, y hasta nuestros días, se realizan en diferentes países donde las bajas temperaturas invernales permiten repetir esta experiencia.

En el siglo XIX se produjo el gran apogeo de la construcción de Palacios de Hielo, fundamentalmente en Estados Unidos y Canadá, con motivo de los «Carnavales de Invierno» celebrados en las ciudades de Montreal, St Paul, Québec, Ottawa, y Leadville.

El primero de ellos fue el Castillo de los Carnavales de Invierno de Montreal (Blair 1977). Se construyó en 1883. Se trataba de una construcción de gran tamaño diseñada por el arquitecto A. C. Hutchison, como pieza central de las fiestas. Fue construido en Dominion Square, hoy Place of Canada, con bloques de hielo extraídos del helado río de St Lawrence. Sus dimensiones eran 42 × 24 × 15 centímetros. Se levanto sobre una planta cuadrada de 27,43 metros de lado, alcanzando una altura de 6 metros. El castillo contaba con 5 cubiertas piramidales; 4 sobre cada una de las torres situadas en sus esquinas, y una sobre la gran torre central (figura 2).

Las cubiertas se ejecutaron con un nuevo sistema constructivo consistente en la utilización de pequeñas ramas para dar forma a las agujas piramidales, que posteriormente, a modo de encofrado perdido colaborante, eran empapadas con agua, y al congelarse adquirían piel de hielo dando continuidad visual al conjunto arquitectónico (figura 3).

El arquitecto Alexander C. Hutchison, que tenía una gran experiencia en la construcción de fábricas pétreas, se convirtió en un experto de la construcción con fábricas de hielo. Diseñó los Castillos de Hielo de los Carnavales de Invierno de los siguientes años (1884-1887). Cada año los Palacios de Hielo adquirían mayores dimensiones. El de 1884 alcanzó 160 pies de longitud, 64 pies de ancho y 80 pies de alto. Se



Figura 2
Castillo de Hielo antes del vertido de agua sobre las cúpulas. Montreal, 1883 (Notman 1884)

utilizaron 15.000 bloques de hielo en su construcción. El año siguiente (1885), se incrementaron nuevamente las dimensiones del Palacio y A. C. Hutchison iba adquiriendo mayor experiencia y adaptando las técnicas de construcción para optimizar sus nuevos diseños. En este caso, las torres que flaqueaban la puerta principal del recinto fueron cubiertas con cúpulas semiesféricas de bloques de hielo, construidas a base de anillos concéntricos, al igual que las primitivas cúpulas pétreas. Este mismo año se proyectó también la famosa

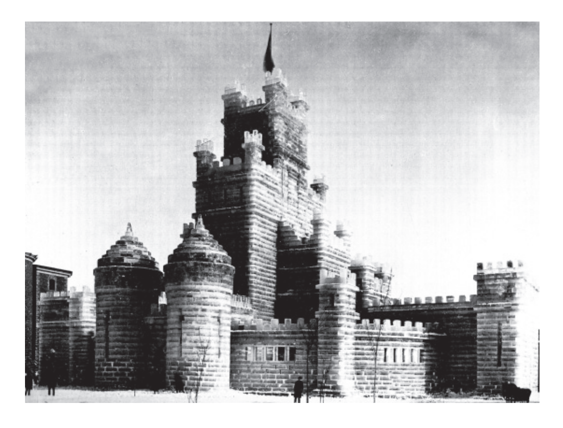


Figura 3
Palacio de Hielo. Montreal 1885 (Notman 1886)



Figura 4
Tower of Babel, 1885 (Anderes 1983)

«Tower of Babel» de hielo, con cúpula cónica de base circular.

En 1886, tras la epidemia surgida en Montreal, nacieron los carnavales de invierno de St. Paul, que también contaron con un Palacio de Hielo diseñado por A. C. Hutchison. Al año siguiente, en 1887 se construyó en hielo una Catedral en St. Paul con una altura de 31 metros. El proyecto ganador del concurso fue diseñado por el arquitecto C.E. Joy. Imitando las formas de la historiografía de las fábricas pétreas, esta Catedral incluía incluso arbotantes de hielo para el contrarresto de los empujes de la cubierta de la torre central, así como bóvedas cilíndricas y pequeñas cúpulas como cubierta de las torres.

En Québec y Ottawa también se construyeron enormes Palacios de Hielo para los Carnavales de Invierno, así como otros tipos de construcciones que eran testimonio de la maestría alcanzada en la técnica de la utilización del hielo como material arquitectónico. Entre ellas, una botella gigante de cerveza de



Figura 5
Palacio de hielo. St Paul 1888 (Anderes 1983)

15,23 metros de altura, cuya forma resistente era la de una gran cúpula de hielo que servía de bar (1894), o un fragmento de la Torre Eiffel, convertido en hito del conjunto de construcciones del carnaval (1896), o la Torre Ziggurat de Québec, desde la que se divisaba el transparente y multicolor conjunto de las fábricas de hielo bajo el sol de invierno.



Figura 6
Botella de hielo. Québec 1894 (Anderes 1983)

De las fábricas de hielo: Mecánica y Construcción

Las fábricas de hielo —como las de piedra— son estructuras discontinuas y anisótropas cuyo trabajo óptimo es a compresión, siendo capaces de resistir tan solo pequeñas tracciones (Huerta 2004) Por ello, las formas resistentes más adecuadas de los Palacios de Hielo son las mismas que las de las Catedrales de Piedra. Sin embargo, dadas las específicas características físico-químicas del hielo y la piedra, así como de los materiales utilizados como aglomerantes de sus fábricas, cuentan con importantes diferencias en cuanto se refiere a su estabilidad física y a su proceso de construcción.

El hielo es un material aceptado por la Asociación de Mineralogía Internacional, como un mineral. Pero se trata de un sólido —agua congelada— que solo es estable a temperaturas menores de 0ºC. Cuando asciende la temperatura del habiente, el hielo comienza a deformarse y derretirse lentamente hasta convertirse en agua. Bien es cierto que existen muchos tipos de hielo — como de piedra—, y dependiendo de sus características físico-químicas; compacidad, heterogeneidad física (impurezas), no solo tendrá una determinada resistencia mecánica, sino también, en el caso del hielo, un diferente proceso de descongelación o colapso. Los tipos de hielo dependen de las condiciones de presión y temperatura, siendo uno de los más comunes el llamado Ih —hielo hexagonal—. Cuyo módulo de Young se sitúa en el entorno de E=9-10 GPa para cristales puros (Schulson 1999). Se trata de un material de gran resistencia mecánica, que puede soportar tracciones de hasta unos 30 N/mm^2 (a temperatura 20º F) y compresiones de hasta 300 N/mm^2. Un material que sin duda puede ser más resistente que muchos tipos de piedras.

Durante los siglos XVIII y XIX, antes de la aparición en el siglo XX de la fabricación industrializada de bloques de hielo, las construcciones de hielo se ejecutaron utilizando bloques extraídos del fondo de ríos y lagos congelados, que eran utilizados como «canteras» del material. Para facilitar el proceso de construcción y evitar posibles cambios de temperatura durante el transporte, los Palacios de Hielo se

construyeron junto a los mismos ríos o lagos, de donde se extraían los bloques, controlando así su necesaria estabilidad física.

El aglomerante utilizado en las fábricas de hielo era el agua. El proceso de construcción consistía en, una vez extraídos los bloques de hielo y posicionados formando parte de las fábricas de los diferentes elementos estructurales y constructivos del Palacio, verter agua sobre ellos, de tal manera que esta no solo bañaba la superficie de los bloques sino que se colaba entre las juntas. Debido a las bajas temperaturas, el agua se congelaba en pocos instantes. De esta manera, el agua congelada, no solo unía los bloques de hielo contiguos a través de sus juntas, sino que también proporcionaba, en mayor o menor medida, monolitismo al conjunto de la fábrica. No en vano, tal y como anteriormente he referido, el historiador ruso Krafft describió el aspecto monolítico de las fábricas del Palacio del Newa (1740).

Sin embargo, aunque en algunos casos la cantidad de agua vertida sobre el conjunto de bloques de hielo proporcionara una apariencia de monolitismo a la fábrica, cuando esta se congelaba, sin duda la demanda de juntas de movimiento frente a su estabilidad, produciría la fractura del hielo precisamente por las juntas entre bloques, al ser los puntos más débiles ya que el hielo de las juntas no se producía bajo altas presiones. Por otra parte, las fábricas de hielo tienen la inquietante propiedad de contar con una inestable estabilidad estructural debido al permanente fenómeno de fluencia lenta del material, que produce el cambio de sus formas resistentes, y con ella, la casi permanente demanda de la variabilidad de sus condiciones de Estabilidad.

Por esta especial característica del material, las fábricas de hielo, aunque se asemejan a las de piedra, fundamentalmente por el hecho de ser discontinuas, anisótropas y de gran resistencia a la compresión, sin embargo no cumple una de las premisas fundamentales enunciadas por Heyman sobre el marco definido para el análisis límite de fábricas, ya que el fallo por deslizamiento, al contrario que en las fábricas pétreas, no solo puede existir sino que es uno de los más frecuentes (Heyman 1999). Bajo el calor del sol, y de los incrementos de temperatura, el hielo fluye a gran velocidad —se derrite—. Un proceso que se acelera más en el caso de las juntas de agua congelada ya que son menos compactas que los bloques de hielo extraídos de las profundidades de los lagos. Este hecho hace que la junta se licue antes que los bloques y el rozamiento entre bloques se vea sustituido por el de un cuerpo sólido sobre un líquido, favoreciendo los deslizamientos de bloques.

Por otra parte, al igual que en las fábricas de piedra, en las fábricas de hielo son sin duda más resistentes y menos deformables cuanto menor espesor tienen sus juntas. No en vano, los maestros medievales que construyeron las Catedrales Góticas, dotaron de estrechas juntas de mortero a los elementos estructurales que debían ser más rígidos —como las nervaduras de sus bóvedas de crucería— y sin embargo ejecutaron sus elementos con gruesas juntas de mortero que dotaban a las bóvedas de mayor capacidad de deformación sobre sus rígidas nervaduras (Cassinello 2004).

El problema de las fábricas de hielo es que el espesor del agua congelada de sus juntas, no solo las dota de mayor deformabilidad, permitiendo mayor adaptación —sin rotura— a nuevos estados de equilibrio que acompañan a la variación de sus geometrías, sino que cuanto mayor es el espesor de la junta de hielo, mayor será la precipitación de descongelación de estas y con ella la temida fluencia y descongelación de los bloques de hielo.

Pese a ello, sin duda las fábricas de hielo son susceptibles de ser analizadas en el marco del análisis límite, tan solo hay que tener presente el hecho de que transcurrido un tiempo — en el que influye el espesor de la junta de agua congelada— desaparecerán por fluencia del material ya que la junta convertida en agua producirá deslizamientos de los bloques. Se trata de una arquitectura que inevitablemente esta destinada a desaparecer en corto espacio de tiempo.

Cúpulas

El más antiguo precedente de las cúpulas de hielo es sin duda el iglú. Un habitat construido por los esquimales, que estaba destinado a vivienda temporal de los cazadores durante sus expediciones, y que generalmente era de reducidas dimensiones.

Su forma geométrica más habitual ha sido siempre la de una cúpula, y se ha ejecutado como un cuerpo que emerge directamente del hielo o del terreno nevado. Se trata de una arquitectura en la que la propia forma resistente —la cúpula— es la que define la totalidad del espacio habitable.

Tal y como señaló Eduardo Torroja, la cúpula es la forma resistente más sencilla y natural, y la más cargada de sentido técnico para cubrir un área sin soportes intermedios y con la mínima cantidad de material. Muy acertadamente la forma geométrica de las primitivas cúpulas de los iglús era apuntada. De esta manera se evitan las tracciones que aparecen en las cúpulas esféricas en los paralelos de los riñones y en las rebajadas en el anillo extremo, demandando fuertes estribos. No en vano las cúpulas más antiguas de la Historia de la Arquitectura construidas en piedra, ladrillo, adobe o hielo, son apuntadas (Torroja 1957).

El proceso de construcción de los iglús ha sido ampliamente difundido. Consiste en la extracción de bloques de hielo o nieve compacta, que se colocan directamente emergiendo de la misma zona utilizada para la extracción. Sobre la planta circular se ejecuta la fábrica en espiral inclinando las diferentes hiladas hacia el interior hasta cerrar la cúpula con su pieza de clave. Posteriormente las juntas se rellenan con nieve extraída del mismo lugar.

A partir del siglo XVIII, momento en el que como hemos visto, nació la gran arquitectura de hielo con los Palacios rusos, las formas resistentes de las fábricas de hielo así como sus técnicas de construcción variaron, ya que no se trataba de la construcción de pequeños habitat sino de arquitecturas de grandes dimensiones.

Los Palacios de Hielo imitaron, acertadamente, las formas resistentes de la arquitectura de piedra e incluso, en la mayor parte de los casos, sus leyes de traba y soluciones constructivas, aunque también se desarrollaron técnicas específicas adecuadas a las características del material. Un ejemplo de las nuevas técnicas empleadas en el siglo XIX para la construcción de cúpulas hielo fueron las construidas por Alexander C. Hutchison en el Castillo de Hielo de los Carnavales de Invierno de Montreal en 1883. En este caso, y dado que el hielo es agua congelada, la cúpulas cónicas fueron ejecutadas con armazón de ramas vegetales secas (figura 3), sobre las que se vertió agua, que al congelarse dio lugar a configuración final de las cúpulas.

Algunas soluciones constructivas de las cúpulas de fábrica de piedra fueron imitadas con hielo. Entre ellas, una de las más frecuentes fue la ejecución de cúpulas esféricas, en ocasiones rebajadas, por el sistema utilizado por el Panteón de Roma, en el que la fábrica se construye mediante hiladas concéntricas voladas hacia el interior, que van disminuyendo de diámetro, como en el caso de las pequeñas cúpulas del Palacio de Montreal de 1885. Otro ejemplo es el de la cúpula de hielo de la famosa «Botella de Québec» de 1894 (figura 6), que alcanzó una altura de más de 15 metros. En este caso la forma de la cúpula no se ejecutó con hiladas voladas sino como paramento continuo, exterior e interiormente, adoptando los sillares de hielo la talla adecuada a la forma resistente, al igual que los famosos bulbos de fábrica que coronan las catedrales rusas.

Conclusiones

Lamentablemente, el Patrimonio de la Arquitectura de Hielo es efímero, porque efímera es la estabilidad física de sus fábricas, que fluyen lentamente hasta derretirse debido a los cambios de temperatura.

Por otra parte, el uso del agua congelada —in situ— como aglomerante utilizado en las juntas de las fábricas de hielo desde el siglo XVIII, aunque es más impermeable que la nieve utilizada anteriormente por los esquimales en la construcción de sus iglús, constituye un germen de destrucción que acelera la deformación y colapso por deslizamiento de los bloques (sólido-líquido) en el proceso de descongelación, y que depende del espesor de la junta.

Pese a todo, el gran atractivo formal del hielo como material de construcción arquitectónica ha propiciado una larga Historia de Arquitectura perdidas que se incrementa cada año durante la celebración de diferentes Carnavales de Invierno y «Snow Show» (Kingery 1963), en los que desde el siglo XVIII, intervienen destacados arquitectos de la vanguardia de cada momento.

Lista de Referencias

Anderes, F.; Agranoff, A. 1983. *Ice Palaces.* New York: Abbeville Press.

Blair, E. 1977. *Palace of Ice.* Leadrille: Timberline Books.

Cassinello, P. 2004. Trazado y Estabilidad de la Arquitectura Gótica/ Design and Stability of the Gothic Architecture. *Cuadernos INTEMAC,* 53: 1-46. Madrid.

Curtiss, A. 1974. *A forgotten empress: Anna Ivanovna and her era,* 1730-1740. Nueva York: Ungar.

Heyman, J. 1999. *El esqueleto de piedra: Mecánica de la arquitectura de fábrica.* Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Huerta, S. 2004. *Arcos, bóvedas y cúpulas. Geometría y equilibrio en el cálculo tradicional de las obras de fábrica.* Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Krafft, G. W. 1741. *Description et représentation exacte de la maison de glace, construite à St. Pétersbourg au mois de janvier 1740.* St. Pétersbourg: de l'imprimerie de l'Académie des sciences, 1741.

Kingery, W.D. 1963. *Ice and Snow.* Cambridge: MIT Press.

Notmann, W. 1884. Notman Photographic Archives. Mc Cord Museum. Québec.

Schulson, E. M. 1999. «The Structure and Mechanical Behaviour of Ice». *JOM,* 51(2): 21-27.

Torroja, E. 1957. *Razón y Ser de los tipos estructurales.* Instituto Técnico de la Construcción y del Cemento. Madrid: CISC.

Las tomas del acueducto de Segovia

Juan Carlos Castillo Barranco
Germán Rodríguez Martín

Con seguridad, el acueducto romano de Segovia es el más conocido de España, pero hasta el momento no se han resuelto los aspectos relativos al origen de las fuentes que lo abastecían, las características del canal desde la captación, así como su concepción general como sistema hidráulico.

Es norma establecida que el Acueducto toma sus aguas del Río Frío en la falda de la Fuenfría, y las transportaba mediante un canal sustituido en 1929 por una tubería. No restan obras de fábrica a lo largo de su recorrido, salvo algunos tramos esporádicos de muro de obra que no parece romana.

Por otro lado, el trazado del canal posee características muy peculiares para ser romano, ya que cuenta con tramos de muy acusada pendiente (varios rápidos asociados con antiguos molinos), y cruza diversas vaguadas cuyos caudales en origen podrían haber sido incorporados. Finalmente, los caudales transportados no son importantes, dado que el Río Frío no es capaz de asegurar volúmenes mínimos en frecuentes circunstancias. Por ello, cabe considerar una captación alternativa, dado que el acueducto ha estado en funcionamiento durante siglos y la vida de la ciudad de Segovia dependía tradicionalmente del mismo. La respuesta podría hallarse en el Eresma, cauce de mayor entidad y caudal más continuo, donde toma la cacera de Navalcaz.

Historiografía del Acueducto y sus fuentes de abastecimiento

Un monumento tan destacado como el Acueducto cuenta con numerosas referencias desde antiguo. Las primeras del Archivo catedralicio datan del siglo XIII: en 1201 se mencionan unas tiendas bajo las pilas de la «Puente Seca»; el arzobispo Ximénez de Rada (1247) señala que dicha puente ‹sirve para conducir agua a la ciudad›. Otro documento del siglo XIV menciona la donación en 1120 del terreno de las Canongías a la catedral, con la fuente de Santa María. Al no existir fuentes naturales dentro de la meseta segoviana, debía tratarse de una derivación del Canal Madre medieval que prolongaba el Acueducto.

Según referencias posteriores, se conoce la destrucción parcial del acueducto durante una razzia del rey Al-Mamun en 1071, probablemente relacionada con los 36 arcos reconstruidos en el siglo XV. Sin embargo, los documentos que aportan mayor información sobre el Acueducto y sus tomas son las ordenanzas del siglo XV sobre el uso de la denominada Cacera Real. En primer lugar, las Ordenanzas para Guiamiento de Agua de 1435 de Juan II, a la que siguen cédulas y ordenanzas del Infante y luego Rey Enrique IV en 1440, 1446, 1449 y 1468 insistiendo sobre la gestión del canal, su reparación y limpieza. Parece que dichas ordenanzas no surtieron efecto, y no es hasta 1505 con las «Ordenanzas de la Puente de la Ciudad de Segovia» firmadas por el Rey Fernando en nombre de su hija Juana, Reina de Castilla, en que las antiguas disposiciones se llevan a cabo, quizá por la nueva pujanza del poder real sobre el nobiliario.

De dichas Ordenanzas, reproducidas en 1820 por G. de Somorrostro, se destaca:

- La cacera era de tierra y debía protegerse en las zonas de paso de ganado: «no puedan pacer, ni

andar, ni pasar, ni atravesar por la dicha cacera … desde el carril que viene de la dicha casa del Mueso a la dicha cacera fasta donde entra el agua del dicho Riofrío en la dicha cacera, que es en cabo de la dicha cacera … por cuanto desde el dicho carril fasta en cabo de dicha cacera no es tierra firme sino barro, é que como los ganados pasan por encima de ella la ciegan é quiebran, é por cuanto no tiene paredes mi cimiento alguno …». También habla de la necesidad de hacer puentes en los cruces con caminos, lo que reafirma la idea de canal descubierto.

- Además de reparar el canal, se manda construir una presa, por lo que la toma se realizaría hasta entonces derivando directamente a la cacera: «… que la dicha cacera se adove, y se repare bien y firmemente, porque en cada un año no se haya de reparar … é se haga en cabo de la dicha cacera, cerca de la madre por donde entra el agua á la dicha cacera, una buena presa, para que retenga el agua que del dicho Riofrío ha de venir …»
- Manda construir dos puentes de madera camino de Valsaín y de Santillana, y encarga de todo ello al tenedor del molino situado junto al Arroyo Tilviejo: «… la dicha presa é puentes sean bien fechas … estoy cierto de que el dicho Andrés González tendrá cargo de la reparar, é hacer la dicha presa é puentes mejor que otra persona alguna por razón del interese que de ello le verná, por causa del dicho su molino …»
- Se mencionan otros tres molinos a lo largo de la cacera: «… por cuanto en la cacera real paresce que al presente hay tres molinos, el uno que se dice de Francisco García, el otro de Juan de Contreras, y el otro de Alonso Pérez, que es junto con la dicha cibdad, que se dice el aceñuela» Por tanto, se admitía dicho uso para el agua del canal, aprovechando las caídas de su trazado, o quizá, modificándolo para su provecho.
- Además, hay controversia respecto al aprovechamiento de la cacera para otros usos, como para riego. En primer lugar, con las caceras de Hontoria y de Revenga: «… los dichos concejos de Ontoria é Revenga tienen dos caceras que salen del dicho Riofrío, é van debajo de la dicha cacera real, é por causas dellas se han hecho en la dicha cacera real muchas quebradas é buhardas por llevar el agua de lo de la dicha cacera real á las dichas sus caceras …». Se las intenta compensar de la construcción de la presa que dejaría secas las acequias con la concesión de toma de un arroyo lateral aguas abajo: «… y tomen para sus menesteres é proveimiento del agua que viene al dicho Riofrío por el arroyo que dicen de Navatejada, é lo pasen por canales por encima del dicho Riofrío, é lo pongan, é guien por las dichas sus caceras …». Esta ordenanza, muy desventajosa para dichos concejos, jamás debió llevarse a cabo, por cuanto suponía una obra compleja para obtener un volumen de agua mucho menor (la cuenca del Navatejada es de 1,54 km2, para 13,80 km2 del Riofrío en la toma), por lo que la solución final sería construir un azud de derivación, en el que el caudal no derivado vierte por coronación y puede seguir llenando las otras dos caceras, que aún actualmente funcionan.
- En otro punto dice: «… desde abajo del dicho molino de Juan de Contreras vienen dos acequias, una de la una parte, y otra de la otra de la cacera real, é por haber tan poca distancia se toma el agua cada vez que es menester de la dicha cacera real, así para llegar a los lugares donde van las dichas acequias, como para regar algunos prados é dehesas …».

  Las aguas de la cacera Real son tradicional objeto de deseo para cualquier uso, incluyendo abastecimiento humano, ganado, riego, fuerza motriz, etc., al ser un canal abierto conocido y accesible.

Por lo que se refiere al ramal del Eresma, la cacera de Navalcaz cuenta con referencias casi tan antiguas como la del Rio Frío, ya que desde el siglo XV se menciona una cacera para riego de prados y linares entre Segovia y Valsaín. Sin embargo, el documento más importante que hace referencia expresa a la cacera, son las Ordenanzas de 1515, que reforman otras más antiguas que regulaban su uso «desde tiempo inmemorial». Dichas ordenanzas se redactan ante el escribano de la Reina y se aprueban en el propio Ayuntamiento de Segovia, reunidos en la Dehesa de Aldeanueva los representantes de Rosales (antiguamente cerca de Quitapesares, en Palazuelos), Juarrillos (pedanía de Hontoria), Aldeanueva, y Gallococeado (arrabal de Segovia en cabecera del Clamores), poblaciones a las que abastecía.

Es de resaltar la figura de Juan de Contreras, señor de Aldeanueva, que también aparece mencionado en las Ordenanzas de la cacera Real como dueño de uno de los molinos situados a su través. La reunión se realiza en su propiedad, y Aldeanueva obtiene tres quintos del caudal dos de cada seis días, es decir, un quinto del volumen teórico total, que aumentaría con la despoblación de Rosales y Gallococeado. Sin embargo, el abandono que sufrió entonces la cacera, hizo que desde el siglo XVII se utilizara solo para riego y perdiera su función para abastecimiento humano.

Existen referencias posteriores, como el Reglamento para el uso de la Cacera de Navalcaz de 1867, donde sí se menciona su uso para consumo humano. Cuando el acueducto estuvo cortado «surtía más profusamente la corriente de Navalcaz, desde la entrada del acueducto, las fuentes y caños de los arrabales». También aparece en el Mapa de Segovia de 1901, donde se confunde con el Arroyo Clamores, así como en los Planos de San Ildefonso del Instituto Geográfico y Estadístico de 1905, donde aparece como «Canal de aguas potables de Segovia llamado de Navalcaz».

Abastecimientos urbanos romanos. Tipos y características

Solo en España se conocen al menos 54 abastecimientos urbanos, de los que destacan: Segovia, Tarragona, Mérida, Sevilla o Chelva , y otros que no se han conservado pero que han desvelado recientes estudios, como el de Toledo, indicativos de la dimensión del legado hidráulico romano, no igualado hasta entrado el siglo XX.

La propia Roma es una auténtica *regina aquarum,* con un total de 11 acueductos construidos a lo largo de más de 500 años. La múltiple captación del sistema de Roma se observa también en las ciudades hispanas, como Mérida (al menos 3 acueductos), Zaragoza (de 2 a 4), Barcelona, Baelo Claudia, etc… La mentalidad romana tiende a buscar la pureza y abundancia de agua. Solían acudir a captaciones en manantiales (Tempul, Cádiz), siguiendo un concepto religioso de pureza del agua subterránea plasmado en mitos como el descubrimiento del manantial del *Aqua Virgo.* Por ello, no es muy habitual que la cabecera de un abastecimiento se sitúe en una presa, siendo ésta una característica propia de ciertos sistemas hispanos (Mérida, Toledo) dada la irregularidad de la hidrología ibérica, pero poco habitual fuera de la Península. En caso de captación directa de un cauce se prefiere una obra de derivación lo más simple posible (Chelva, Tarragona), y en ocasiones esta obra consistiría únicamente en grandes piedras arrojadas al lecho para elevar mínimamente la lámina de agua en la derivación.

La tipología tradicional de canal de abastecimiento romano es de sección cerrada y generalmente enterrada con paredes y solera de fábrica (*opus caementicium*), revestidas con enlucido de *opus signinum* para dar al interior un acabado liso. La parte superior se cierra mediante bóveda, piezas adinteladas de fábrica o ladrillo, o piezas cerámicas creadas al efecto, como en Toledo.

Aunque las conducciones discurren preferentemente enterradas, bien en túnel, bien en zanja, en función de sus dimensiones, la topografía y naturaleza del terreno, pueden tener tramos aéreos en cruces con vaguadas o discurrir incluso a media ladera en tramos de gran longitud, como en Proserpina (Mérida), Toledo o Valencia de Alcántara, con mayor frecuencia en abastecimientos más tardíos.

Al igual que existen diferentes tipologías de acueductos aéreos (muros, *arquationes*, canal de madera sobre pilares), existen otros tipos de canales sobre el terreno, como los excavados en roca, con ejemplos muy conocidos: Albarracín, Tiermes, Chelva, etc.., y los canales excavados en tierra. De estos últimos, se conocen ejemplos de regadíos en la Bética y en Levante procedentes de *centuratios* romanas perpetuadas gracias a la tradición árabe. Generalmente se ha considerado que en ningún caso un sistema de abastecimiento urbano romano estaría alimentado por un canal de tierras. Sin embargo, es la forma más sencilla para desarrollar un canal de transporte en determinadas circunstancias, como en el sistema múltiple de Segovia, que ha llegado hasta nuestros días por su uso casi ininterrumpido a lo largo del tiempo.

Aunque es cierto que los abastecimientos de agua a las principales ciudades romanas se han desarrollado mediante conducciones de fábrica, incluso de marcada monumentalidad, los municipios de menor entidad, que contaban con sistema propio, debieron utilizar en su recorrido un canal excavado directamente en el terreno, como máximo reforzado con cama de grava en la solera y puntualmente con

mampuestos de piedra en los laterales. De estos canales se han conservado partes aisladas a su paso por zonas de roca, como en Tiermes, donde únicamente se ha encontrado un tramo al inicio del trazado y a la llegada a la ciudad, mientras que en otros casos, como en Andelos (Navarra), únicamente se ha hallado una zanja de tierras entre la presa y el depósito acumulador, que sería en realidad el canal original. Finalmente, la Acequia de la Almozara, posible objeto del litigio del célebre Bronce de Botorrita, además de servir para riego sería el origen del abastecimiento a la primitiva *Salduie*, embrión de *Ceaseraugusta*, construido entonces en una zona aún poco consolidada.

CIUDAD	CAUDAL CONTÍNUO (l/sg)
Roma	> 12.000
Nimes	230
Cartago	200
Zaragoza	130
Tiermes	70
Segovia	50-75
Itálica	55
Pérgamo	45

ACUEDUCTO	PENDIENTE (%)	OBSERVACIONES
Nimes	0,02 - 0,03	Mínima en Pont du Gard
Reims	0,05	
Los Bañales	0,08 - 0,1	En Acueducto de Los Pilarones
Tarragona	0,18	En Acueducto de las Ferreras
Carhaix	0,27	Pendiente media
Chelva	0,33	Pendiente media
Segovia	0,3 - 0,5	Tramo sobre arcos. Modificado en s. XV
Albarracín-Cella	0,3	Pendiente media
La Almozara (Zaragoza)	0,13	Pendiente estimada
Los Bañales	0,2	Pendiente media estimada
Navalcaz (Segovia)	0,2	Pendiente media tramo inicial Eresma
Tiermes	0,49	1,3 % en tramo inicial
Andelos	0,75	Pendiente estimada

PENDIENTES/VELOCIDADES CANALES ACUEDUCTO	Longitud (m)	S (pdte)	V horm (m/sg)	V tierr (m/sg)
NAVALCAZ	**8.956**	**0,201%**	(media)	
Tr. 1 Toma-Las Torreras	3.090	0,259%	0,88	0,35
Tr. 2 Las Torreras-Dehesa Aldeanueva	5.866	0,171%	0,57	0,23
RIO FRIO	**8.515**	**1,686%**	(media)	
Tr. 1 Toma-Cañada Real	2.950	0,290%	0,94	0,37
Tr. 2 Cañada Real-Puerto del Calvario	1.190	0,504%	1,23	0,49
Tr. 3 Puerto del Calvario-El Posadero	1.230	1,301%	1,98	0,79
Tr. 4 El Posadero-Ayo Fuentecilla (Molino Hoyos)	470	14,250%	6,56	2,62
Tr. 5 Ayo Fuentecilla-El Borreguil	1.740	1,320%	2,00	0,80
Tr. 6 Rápidos El Borreguil	60	13,330%	6,34	2,54
Tr. 7 El Borreguil-Dehesa Aldeanueva	875	1,710%	2,27	0,91
TRAMO COMUN	**2.304**	**1,080%**	(media)	
Tr. 1 Dehesa Aldeanueva-Prado Corral	2.304	1,080%	1,44	0,58
CANAL ACUEDUCTO. TRAMO FINAL	**3.331**	**2,101%**	(media)	
Tr. 1 Prado Corral-Nueva Segovia	1.920	0,680%	1,14	0,46
Tr. 2 Nueva Segovia-Desarenador Chamberí (Casa Piedra)	630	5,550%	4,09	1,64
Tr. 3 Desarenador Chamberí- Desarenador S Gabriel	781	2,817%	2,92	1,17
TOTAL RAMAL NAVALCAZ	**14.591**	0,822%	(Media)	
TOTAL RAMAL ACEBEDA	**14.150**	1,736%	(Media)	
ACUEDUCTO. TRAMO SOBRE ARCOS	**807**	**0,500%**	(media)	
TOTAL HASTA CASTELLUM (RAMAL NAVALCAZ)	**15.398 m**			

Tabla 1
Caudales y pendientes de canales romanos (elaboración propia)

El acueducto de Segovia

¿Por qué se levanta el acueducto?

Toda ciudad romana precisaba de un suministro de agua para colmar las necesidades básicas y abastecer fuentes públicas y termas. Solía conseguirse de acuíferos cercanos, surgentes con suficiente caudal para garantizar el abastecimiento en las duras etapas del estío. No dudaban en recorrer grandes distancias si de este modo resolvían el problema, como en *Gades* (Cádiz), que tomaba de las fuentes del Tempul, a más de 40 Km. En el caso de Segovia la distancia es menor, pero se debe salvar una importante hondonada a las puertas de la ciudad. En el asentamiento prerromano, el problema se resolvía mediante acarreo desde el río.

La posición estratégica de la ciudad, en uno de los importantes pasos entre ambas mesetas, enclave que dominaba un amplio territorio, supuso que fuese objetivo primordial para el contingente militar romano. Tras la *Pax* romana se convierte en una urbe que poco a poco fue ascendiendo en el escalafón jurídico hasta llegar al rango de *Municipivm*, al parecer en época Flavia, lo que conllevó la implantación paulatina de la cultura romana del agua. En este caso las nieves de la sierra parecían asegurar importantes aportes, y el problema se planteaba no ya en el transporte, sino en cómo salvar el importante vano del Azoguejo. La única solución posible, aunque cara, era una construcción aérea, pues la alternativa que los romanos conocían, la construcción de un sifón, planteaba graves problemas por la suave pendiente de la vertiente sur, que ocasionaría constantes problemas de funcionamiento por acumulación de aire.

Desconocemos la participación de evergetas en la promoción de la obra, pero sí está claro el uso de dinero público. Para su construcción se recurrió al material más cercano y abundante, el granito, en lugar de seguir el sistema más común en este tipo de obras, el hormigón romano: núcleo central de *opus caementicivm* entre bloques de piedra. En este caso, el conjunto se realizó a piedra seca, quizá por razones de durabilidad. La realidad es su pervivencia hasta el presente, lo que pone de manifiesto la pericia de los ingenieros que lo levantaron.

Según el estudio de la leyenda en el frontal del edificio, así como las excavaciones en las pilas, la fecha de construcción sería la transición de los siglos I-II d.C, gobierno del emperador Trajano.

Posibles fuentes de abastecimiento de agua

Partiendo de cero, se plantean dos posibilidades para abastecer de agua a Segovia, que son precisamente las que utiliza actualmente la ciudad, teniendo en cuenta que las fuentes en las proximidades de la ciudad son de escasa importancia.

La primera es la conocida del Río Frío (Arroyo de la Acebeda), derivación de la cacera Real y considerada tradicionalmente única aportación al Acueducto. El azud en la toma tiene cota +1.256, con una cuenca de aportación de 13,80 km2 cuya máxima elevación es la +2.194 (La Pinareja).

De forma muy aproximada, por comparación de cuencas, y en base a los datos de la próxima del Eresma, un caudal medio del Río Frío en el punto de toma podría ser unos 200 l/sg. Así, con la configuración del azud en la actualidad, podemos suponer una altura de lámina media en la derivación de 20 cm. Para una anchura del canal original de 60 cm (con independencia de la anchura actual) y la pendiente medida al inicio del canal (0,29 %), el caudal derivado resultante serían unos 45 l/sg, suponiendo una sección rectangular (usando la fórmula de Manning $V= 1/n\ R_h^{2/3}\ S^{1/2}$). Por supuesto, este valor sufriría variaciones en función del régimen del cauce.

La segunda posibilidad de toma desde un cauce para llegar a Segovia es el Río Eresma. Existe otra cacera histórica, conocida desde antes del siglo XVI, que se dirige a la ciudad desde el Eresma, la de Navalcaz. El punto de toma, sin obra de fábrica sobre el cauce, se sitúa aproximadamente a cota +1.130, con una cuenca de aportación de 72,32 km^2 (cota máxima +2.428, Peñalara).

Con los datos del río Eresma aguas abajo de este punto podemos estimar un caudal medio aproximado en el punto de toma de 1 m^3/sg. Dada la pendiente media del tramo inicial (0,259 %, quizá algo más al inicio), y considerando una altura de lámina de 0,20 y una anchura de 0,6 m (aunque irregular, similar a la observada), el caudal de toma resultante sería de algo más de 100 l/sg para un canal en roca. Dada la disposición de la toma, sin obra en el cauce que asegure una altura de lámina, y dado que la sección no es rectangular, este valor parece congruente con el caudal

supuesto para el río. Por supuesto, podría ser mayor en épocas de punta, pero también mucho menor en épocas de estiaje, pudiendo verse reducido a cero. Por otro lado, cuando el canal discurre por tierras y disminuye la pendiente, se observa, como es lógico, que su anchura aumenta por encima de 1,1 m, al precisar mayor sección.

Sumando ambos, tendríamos un caudal derivado al sistema de unos 150 l/sg, pero teniendo en cuenta las pérdidas en el trazado, que para canales de tierra pueden llegar fácilmente al 50 % el caudal de llegada al acueducto debía ser finalmente de 50 a 75 l/sg, lo que parece acorde para la población de la Segovia romana. Dejando aparte posibles variaciones puntuales, si consideramos que las precipitaciones en época romana serían similares a las actuales, aun tomando en dos puntos diferentes, habría momentos en los que el canal llegaría seco, teniendo en cuenta que se trata de cuencas adosadas con precipitaciones casi idénticas.

Con los aforos de la Confederación Hidrográfica del Duero en la estación nº 50 (río Eresma en Segovia), con una cuenca de aportación de 236 km^2, mucho mayor a la del punto de derivación de Navalcaz, y por tanto a la del Río Frío, y cuenta con datos desde 1912, y de forma continua y fiable desde 1952, el caudal fue 0 los meses de agosto y septiembre de 1985 y agosto de 1986, quedándose muy cerca un número considerable de años. Quiere decir que, a pesar de que tanto el Río Frío como sobre todo el Eresma, con una cuenca casi 6 veces mayor, dan la impresión de tener caudales continuos, éstos pueden ser nulos en periodos de fuerte estiaje a pesar del importante aporte del deshielo, que dilata en gran medida el agua en cabecera.

Características de las conducciones desde la toma

Los dos ramales se unen cerca de Juarrillos, junto al cruce de la antigua Vía Segovia-*Miaccum* sobre la trinchera de la línea del AVE, punto a partir de donde discurren de forma paralela hacia Segovia.

Ramal de Río Frío: Toma a cota +1.255,6 cerca de la Vía de la Fuenfría, mediante un azud de mampostería de poco más de 1 m de altura, coronado por losas de granito cosidas con grapas de hierro para formar un labio de vertido, y apoyado aguas abajo por un relleno de pedraplén parcialmente destruido al paso del agua. Aunque la primera noticia del azud es la ordenanza de Juan II de 1435, no debió construirse hasta después del 1505, tras las Ordenanzas de Juana I de Castilla.

Desde la toma, un moderno decantador abierto da paso a un canal, en la actualidad entubado bajo tierra tras las obras realizadas en 1929, que originalmente era una zanja excavada en tierras, tal y como denotan varios tramos del recorrido en el que el serpenteo del canal original se separa ligeramente del conducto actual. La pendiente media en los 2.950 primeros metros es baja, 0,29 %, hasta la cota +1.247 a la altura de la Cañada Real Soriana.

Casi al final de este primer tramo, las Acequias de Hontoria y Revenga discurren paralelas a la Cacera Real manteniendo una diferencia de cota de unos 7-8 m entre cada una, lo que hace pensar que el trazado de una de ellas sería el original romano. Posiblemente sirvió de modelo para las otras dos, pues parece difícil que dicha nivelación se realizase en la Edad Media. Es complicado decir con seguridad, en este tramo, cuál de los tres sería el trazado romano. Por situación debería ser la denominada Cacera Real; sin embargo, la factura de las obras de sostenimiento, e



Figura 1
Sistema de abastecimiento a Segovia (elaboración propia a partir de Google Earth)



Figura 2
Azud del Río Frío y Cacera de Hontoria (fotos de los autores)

incluso el tramo denominado «en atarjea», no denota un claro origen romano.

Tras separarse de las dos acequias, la Cacera Real relaja ligeramente su pendiente, que pasa al 0,50 % del p.k. 2+950 al 4+140, para llegar al puertecillo de las Pasaderas con un trazado paralelo a la Cañada. En los 1.200 m siguientes la pendiente asciende al 1,3 %, bajando hasta cota +1.225. A continuación encontramos la caída más importante del trazado, con inclinación media del 14,25 %, al final de ésta se situaba el Molino de Los Hoyos (de Andrés González). Llega a cota +1.158 en el p.k. 5+840, junto al Arroyo Tilviejo, e inicia un tramo complicado con numerosos recodos y cruces de cauces sobre los que la conducción actual va reforzada para dejar paso a los caudales interceptados. Cabe pensar si el antiguo canal incorporaría dichos cauces, como a veces se ha interpretado (la cuenca del Tilviejo es de 2,65 km^2), aunque ello supondría un grado de contaminación adicional.

Desde el Arroyo Tilviejo hasta que la cacera afronta el llano en la zona de El Borreguil, la pendiente se vuelve a estabilizar en el 1,3 % hasta el p.k. 7+580, donde encontramos un nuevo rápido a la altura del acceso a la depuradora del Rancho del Feo. Es mucho más pequeño que el anterior, y quizás coincida con otro de los molinos documentados históricamente en el trazado (Juan Contreras?). El desnivel es de solo unos 8 m, con pendiente media del 13,3 %.

Del p.k. 7+640 al 8+515, el canal adopta una pendiente media del 1,7 %, aunque quizá algo más fuerte al inicio. En el punto final del tramo, el Canal de Río Frío se encuentra con el de Navalcaz, y la conducción de hormigón de 1929 cruza por encima de ésta última intercambiando su situación relativa, lo que no ocurriría en la antigüedad.

Ramal del Eresma: Coincide con la cacera de Navalcaz. Ésta se abastece directamente del río en el Salto del Olvido, aguas abajo del Azud de Valsaín, en el Camino Real de las pesquerías, cerca del puente Anzolero. La derivación se sitúa a cota aproximada +1130, y el agua se dirige hacia el canal aprovechando un recodo del cauce, en un sutil remanso que permite una mínima lámina de derivación. El camino Real cruza por encima de la acequia mediante losas de granito dispuestas de parte a parte del canal, lo que indica su antigüedad e importancia.



Figura 3
Tramo caída de Los Hoyos y muro en El Borreguil (fotos de los autores)

El primer tramo de la cacera cuenta con tramos excavados en la roca, redondeados por el paso del agua, que aún así describen un trazado sinuoso para mantener la pendiente prevista (media del 0,26 % hasta el p.k. 3+090, es decir, similar a la del inicio de la Cacera Real). Sin embargo, la ausencia de rápidos o caídas en su trazado, así como una pendiente más suave al llegar al llano, permite tomar a una cota unos 125 m más baja que la actual del Río Frío. Hay tramos en los que se ha corregido el trazado mediante canales metálicos, plásticos, o de hormigón, para reponer espacios en los que el original se ha visto dañado.

Una vez la cacera alcanza el llano en la zona de Las Torreras, tras cruzar la carretera de Riofrío (antiguo camino de Valsaín) y la CL-601 (antiguo camino a La Granja), la pendiente disminuye al 0,18 % de media, y en algunos tramos incluso menos, muy suave para un canal en tierra, que indica una cuidada nivelación. Con esta inclinación alcanza la zona de Quitapesares, donde gira hacia el Oeste, adoptando un trazado paralelo a la Cañada Soriana en dirección a Aldeanueva (cuyos edificios rodea), para alcanzar la zona de Juarrillos, donde se une a la cacera de Río Frío.

Trazado común hacia Segovia: . La tubería del ramal de Río Frío cruza sobre la cacera de Navalcaz, justo antes de la trinchera del AVE, para discurrir ambos canales de forma paralela a Segovia. Es difícil pensar que en época romana se mantuvieran ambas conducciones, ya que el punto de entrada a Segovia era único. En la actualidad se mantienen así al separarse las funciones de ambas: mientras la del Río Frío se sigue dirigiendo directamente hacia Segovia, el agua del Eresma se destinaba, primero al riego de los prados de Juarrillos (Hontoria), y después al abastecimiento de los arrabales de Segovia con el nombre de Acequia del Mercado. Allí alimentaba diferentes industrias, para finalmente desaguar al Arroyo Clamores.

Los dos canales discurren paralelos 2.304 m con pendiente media del 1,08%, descubierto el de Navalcaz y en tubo enterrado el de Río Frío. Sin embargo, antes del cruce bajo la carretera SG-20, justo en el punto en que se vuelven a separar ambas conduccio-



Figura 4
Toma río Eresma y tramo de cacera excavada en roca (fotos de los autores)

nes, ya a cota +1.087, perdura un antiguo paso sobre las caceras –separadas unos 3,0 m– , formado por dos hileras de 7 u 8 losas de granitos de unos 1,5 m de anchura. Las dos conducciones discurren en la actualidad por el exterior de cada hilera. La antigüedad del paso revela que ambas corrían paralelas hace siglos como canales en tierra descubiertos.

Por su parte, la cacera del Acueducto discurre paradójicamente en terraplén desde el punto de separación hacia la zona de Nueva Segovia, manteniendo una pendiente media sensiblemente menor: 0,68 % durante 1.920 m. Sin embargo, la pendiente cambia radicalmente, pasando de cota +1074 a +1039 en solo 630 m (pendiente media 5,56 %), atravesando la zona de los modernos Depósitos de Chamberí, para finalizar en la Casa de Piedra, primero de los antiguos desarenadores.

Desde aquí hay 781 m hasta el segundo desarenador, el de San Gabriel, al inicio de las arcadas del Acueducto, la pendiente media desciende al 2,8 %. Por último, en los tramos elevados del Acueducto (775 m), la pendiente pasa del 0,8 al 0,3 %

Los desarenadores. Una razón lógica

Uno de los grandes problemas que presenta un canal en tierra es que el agua arrastra gran cantidad de acarreos. Si añadimos que va a cielo abierto la situación se agrava. Los desarenadores tienen como misión decantar el agua que llega desde la toma. Todos los acueductos romanos, independientemente de su canal conductor, pasaban por un desarenador antes de entrar en la ciudad. Los romanos gustaban de captar el agua directamente del manantial y llevarla lo más pura posible a la fuente. Era como trasladar el nacimiento del agua a la propia ciudad. Aunque fuera mediante canal cerrado arrastraba arena, de ahí la necesidad de reservar un espacio previo a las *arcuationes* para facilitar la limpieza.

Se conocen varios desarenadores en acueductos romanos, tanto peninsulares como del resto del imperio, y todos ellos presentan el mismo esquema, variando solamente la envergadura del edificio. Constan de un depósito, más o menos grande según el caudal y cantidad de impurezas que llegasen, y un



Figura 5
Cacera de Navalcaz y confluencia de canales (fotos de los autores)

canal de salida para su vaciado y limpieza. El agua entraba por el canal y vertía en el depósito, depositándose en el fondo la arena. Confrontado al canal de entrada se localiza, a la misma altura o algo más baja, la salida al acueducto, posiblemente con algún tipo de rejilla. Estaba regulado el cuidado y la limpieza frecuente del depósito.

La conducción segoviana siguió los mismos parámetros, con la particularidad de que las aguas iban a cielo abierto y en canal de tierra, lo que suponía un mayor aporte de arena y material orgánico.

En la actualidad se conocen tres desarenadores: dos antes de las *arcuationes* y el tercero en la Plaza Mayor. Sólo el más cercano al acueducto, conocido como «Casa del Agua» presenta traza romana, mientras que los otros dos se adscribirían a la etapa de las obras del siglo XV. Éste, también denominado «Arquetón de la dehesa» o de San Gabriel, conserva un gran depósito rectangular con salida en el fondo hacia la vertiente del Clamores, y servía como piscina *limaria* y verdadero registro de control y limpieza, quizá incluso diaria. El edificio conservado ha sufrido múltiples reformas, tomando el aspecto actual en el siglo XVIII, aunque la base sobre la que se apoya denota origen romano.

El desarenador más alejado, la «Casa de Piedra», no presenta trazas romanas. Su ejecución puede relacionarse con las infraestructuras del siglo XV, y lo mismo ocurre con el descubierto en 1983 en la plaza Mayor, cuya finalidad sería filtrar las aguas antes de su distribución. Ante las escasas evidencias arqueológicas, planteamos que el acueducto de Segovia contó en época clásica únicamente con un desarenador en el mismo lugar donde se localiza la «Casa del Agua», ya que no sería necesario ningún otro.

En primer lugar, podemos argumentar la cuestión de la ocupación intensiva del territorio desde de la conquista de Alfonso VI (siglo XI). En el periodo romano los campos por donde discurría estaban ocupados por grandes bosques, cuya riqueza era la leña y la caza. Las tierras de cultivo se localizaban al lado opuesto, en el llano. Esto supone una gran diferencia respecto a siglos posteriores, cuando se produce una gran deforestación y las tierras se explotan como pra-

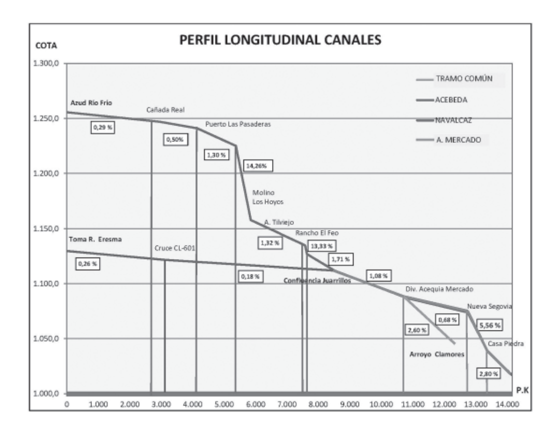


Figura 6
Perfil longitudinal de los canales (elaboración propia a partir de PLANO 1:5000 del IDECyL)

dos, ya que su mala calidad las inhabilitaba para labores agrícolas. La presencia de canales al aire libre no plantearía mayores dificultades hasta el comienzo del aprovechamiento ganadero, que implica trasiego de hombres y animales, que además precisan del agua.

Un segundo argumento sería la pendiente del canal en la época clásica. Como ya se ha visto, los dos canales de abastecimiento a la ciudad transcurrían en general con pendiente regular, lo que suponía menor arrastre. Si a ello unimos que no había un trasiego importante de animales y personas, los depósitos serían menores y un único desarenador sería suficiente si se cuenta con alguien encargado del mantenimiento de la conducción.

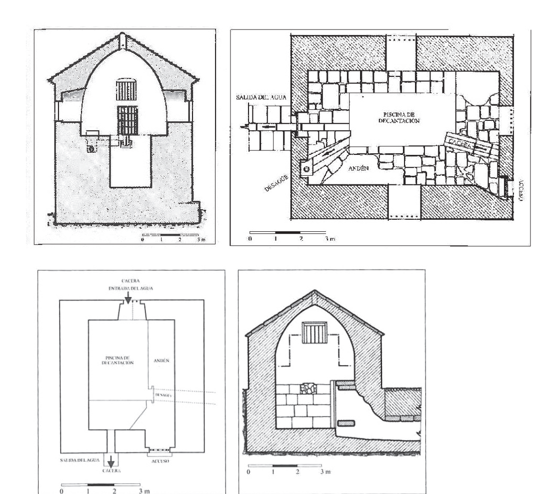


Figura 7
Desarenadores Casa de Piedra y S. Gabriel (según Ramírez Gallardo)

En la Península Ibérica había otros abastecimientos romanos con canales de tierra, no podemos plantear el caso segoviano como un *vnicvm*. Durante años se ha obviado esta posibilidad al tomar como modelo las conducciones de las grandes ciudades. Un ejemplo lo encontramos en el abastecimiento de *Andelos*, en Navarra: el agua, recogida en la presa de Iturranduz, se trasladaba a la ciudad mediante zanja de tierra que desaguaba en una gran cisterna que cumplía asimismo la función de desarenador antes de acceder a la ciudad.

Conclusiones

- El acueducto tenía dos ramales: desde el Río Frío y desde el Eresma, que se unían unos km antes del desarenador. Estas fuentes proporcionaban un caudal mayor, necesario para abastecer las necesidades de una ciudad romana. El Eresma cuenta con una cuenca sensiblemente mayor y es capaz de garantizar la dotación de agua a la ciudad. La separación de ambos ramales debió producirse en la Edad Media, cuando el acueducto no estaba en funcionamiento y la población necesitaba agua para regar los prados.



Figura 8
Detalle de recrecimiento del acueducto (foto de los autores)

- Los canales de conducción desde ambas tomas hasta cerca del desarenador estaban directamente excavados en el terreno. Pese a la idea preconcebida de que todos los canales romanos eran de fábrica, hay ejemplos en la Península Ibérica que atestiguan lo contrario: *Andelos*, *Segobriga*, o los Bañales, donde la conducción aérea no era de fábrica.
- Las tomas se realizaban directamente del río, sin presa o azud. Simplemente derivando del cauce, como se observa tanto en la cacera del Eresma como en la de Hontoria, siendo el azud de la cacera real una realización medieval.
- El recorrido de los canales en época romana era por zona de bosques, posiblemente reservados para caza dada la poca fertilidad de las tierras.
- La presencia de tres desarenadores en el acueducto (dos antes de las *arcuationes* y uno después), se debe a la cantidad de aportes que llegaban a la ciudad, al discurrir junto a la Cañada Soriana y la Vía de acceso a la ciudad. En época romana tan sólo debió existir uno.
- La disminución de caudal en época medieval obligó a recrecer el canal sobre el acueducto en el siglo XV para aumentar la velocidad del agua y evitar depósitos. Este dato viene a reafirmar la hipótesis de que en época romana llegaba más agua al haber dos canales. En el siglo XV se abastece únicamente de la cacera Real, porque el del ramal del Eresma está comprometido para otros usos por nobles y concejos, y debió dotarse de mayor pendiente al tramo inicial (0,8 frente al 0,3 % del central) levantando la caja del canal en los primeros arcos unos 1,5 m.
- El recorrido del canal del Río Frío plantea dudas debido a sus importantes saltos y cambios de pendiente. Puede que la Cacera Real sea obra de nuevo cuño al menos en el tramo alto, quizá del siglo XV, buscando un trazado corto hacia la ciudad sobre las caceras de riego sin alterar normas de uso y derechos adquiridos, como los molinos.



Figura 9
Canal antiguo en El Canalizo (foto de los autores)

Buscando en el terreno una alternativa viable con directrices de ingeniería romana, se observan en la zona de El Canalizo varios tramos de canal, que teóricamente podrían relacionar el Río Frío con Segovia. Tomando como referencia la cota de toma del Eresma (+1130), dichos tramos son congruentes con esta idea. La conducción desde la presa de Puente Alta (1944), que toma en el propio Río Frío a cota +1136, lleva ese mismo trazado.

En suma, ambos canales (Eresma y Riofrío) eran de tierra, iban a cielo abierto, parten de la misma cota y mantienen una pendiente constante. Elementos que se acomodan mejor a la práctica hidráulica romana.

Lista de referencias

Martínez Caballero, S. 2012. *El acueducto de Segovia. De Trajano al siglo XXI*. Segovia: Ayuntamiento de Segovia.

Mosácula María, F. J. 2011. *El abastecimiento de agua a Segovia a través del tiempo*. Segovia: Imprenta Rosa.

La costruzione in pietra. Analisi delle principali tipologie murarie dell'Aquila tra XII e XVIII secolo

Stefano Cecamore

Il terremoto dell'aprile 2009 e la conseguente complessa ricostruzione coinvolgono un patrimonio edilizio, legato all'architettura tradizionale e agli interventi conseguenti agli eventi sismici degli ultimi secoli, costituito da centri storici fortemente stratificati e dall'articolato tessuto del capoluogo aquilano frutto della sovrapposizione tipologica e funzionale.

Una trama di emergenze architettoniche - edifici di culto, palazzi nobiliari, monumenti e edilizia civile e residenziale, nella quale convivono sistemi strutturali, orizzontamenti e presidi antisismici di diversa natura, che sfugge a qualsiasi classificazione statica e inquadramento strutturale validi per l'edilizia ordinaria.

Il centro storico della città dell'Aquila appare integro nella sua coralità e raramente rivela chiare interruzioni o mancanze volumetriche dell'edificato, ma cela, in realtà, collassi parziali, cedimenti localizzati e deformazioni denunciati da evidenti diastasi tra corpi di fabbrica fusi tra loro, ma non opportunamente ammorsati e vuoti strutturali conseguenti al passaggio di canne fumarie e all'apertura di vani accessori e canali di servizio relativi alle numerose fasi di adeguamento tipologico e formale del costruito (figura 1).

I rari crolli totali e i saggi operati sulle cortine murarie svelano, poi, la natura promiscua delle strutture portanti nelle quali convivono, a partire dal XIV secolo, apparecchi irregolari realizzati in pezzame minuto, scarsamente lavorato e legato con abbondante malta di modesta qualità e cantonali, angolate, mostre e profili a sesto acuto di porte e finestre appartenenti a brani di muratura medievale recuperati e adattati come base della nuova edificazione (figura 2).

L'architettura aquilana che prospetta su impianti e tracciati medievali sostanzialmente intatti, è, infatti, il frutto di ricostruzioni premoderne e moderne, attuate in larga misura dopo il terremoto del 1703, che impongono un impaginato di rigore classicista; i fronti, organizzati in simmetrie e allineamenti ottenuti attraverso nuove bucature realizzate in breccia, tamponature, innesti e sovrapposizioni che compromettono omogeneità e solidità delle strutture, restituiscono un ordine apparente oggi rivelato dal sisma in tutta la sua fragile complessità.

La vulnerabilità del costruito è chiaramente legata, infatti, al perdurare di modalità insediative e tecniche costruttive frutto della tenace volontà di conservare e rinnovare un impianto che disegna la *forma urbis* del futuro capoluogo seguendo e assecondando dinamiche politiche e sociali e calamità naturali attraverso processi di rinnovamento e trasformazione del tessuto edilizio racchiuso dalle mura (figura 3).

Dodici porte, aperte tra XIII e XIV secolo su un perimetro difensivo inquadrato da 86 torri, permettono a privati cittadini, confraternite religiose e governi stranieri di accedere e operare sull'impianto egualitario e seriale della lottizzazione angioina attraverso processi di ricomposizione fondiaria e diversificazione tipologica (figura 4).

Le fabbriche di fondazione definite da norme prescrittive che regolamentano gli aspetti urbanistici e architettonici fino alle caratteristiche dei materiali



Figura 1
L'Aquila, centro storico. Espulsione della muratura in corrispondenza del passaggio di una canna fumaria



Figura 3
L'Aquila. Tratto di mura danneggiato dal sisma del 6 aprile 2009



Figura 2
L'Aquila, centro storico. Elementi lapidei di mostre e angolate delle cellule medievali originarie

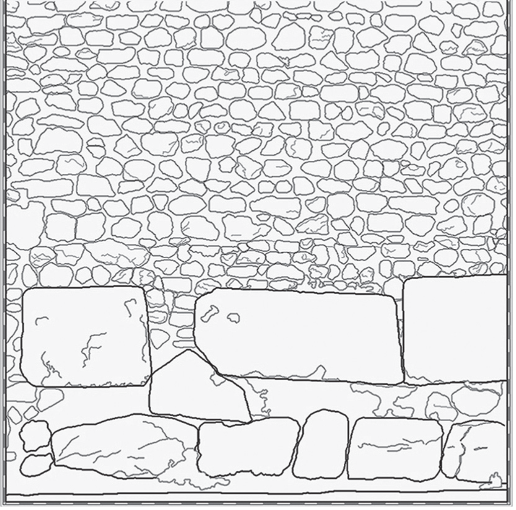


Figura 4
L'Aquila. Restituzione grafica di un tratto di mura urbiche

(Zordan, 1992, 80-111), compongono un tessuto edilizio sottoposto a modalità e pratiche di espansione operate attraverso continui interventi di aggregazione, fusione e ammodernamento conseguenti al susseguirsi di numerosi e importanti eventi sismici (Gizzi, 2011, 72-93).

La ricerca e comparazione delle fonti coeve ai terremoti del 1461 e 1703 rapportabili per intensità e

consistenza a quello del 6 aprile 2009, evidenziano una diffusione e concentrazione di crolli sostanziali e lesioni ricorrenti nel tessuto urbano dei quarti di San Giovanni e San Pietro interessati da una profonda stratificazione edilizia e da interventi di alterazione e frammentazione dell'impianto angioino ascrivibili alle ricostruzioni successive ai terremoti del 1315 e 1348.

Proprio a partire dalla metà del XIV secolo, la buona qualità delle strutture murarie riferibile alle fabbriche religiose e in alcuni casi all'edilizia civile di fondazione si disperde nelle numerose varianti di apparecchi irregolari rilevabili attraverso la mappatura dei paramenti visibili nel centro storico a seguito della rimozione degli strati superficiali di intonaco e lo studio delle sezioni murarie osservabili in corrispondenza dei maggiori crolli (figura 5).

La chiave di lettura della produzione edilizia medievale —la più significativa ai fini della caratterizzazione del cantiere aquilano— va ricondotta a numerosi parametri rintracciabili nel palinsesto e nella struttura muraria discretizzati, di volta in volta, rispetto ai materiali utilizzati, alle loro caratteristiche dimensionali, ai dati inerenti la forma, la lavorazione e le modalità di assemblaggio degli elementi costitutivi di nuclei e paramenti e alla presenza di particolari accorgimenti costruttivi e elementi notevoli.

La complessità delle modalità d'indagine è, quindi, direttamente proporzionale all'irregolarità ed eterogeneità delle murature e al grado di stratificazione delle fabbriche ed è implementata ulteriormente, nella realtà aquilana, dalla lunga successione di eventi sismici e conseguenti ricostruzioni.

I dati raccolti, riferiti ad un patrimonio architettonico tipologicamente vario e distribuito su un arco temporale ampio —XII-XVIII sec.— confermano un'involuzione del cantiere tradizionale.

Le fasi di fondazione sono caratterizzate, infatti, da lavorazioni regolari e strutturalmente valide riconducibili a prescrizioni normative e all'organizzazione tecnologica degli ordini religiosi, mentre le successive, post-medievale, rinascimentale e barocca, da apparecchi murari estremamente eterogenei, legati con malta di scarsa qualità, il cui uso si protrae fino a buona parte del XIX secolo.

La muratura faccia-vista, individuata dalla letteratura come «apparecchio aquilano» —conci regolari con dimensione variabile tra i 10/15 cm., organizzati in corsi regolari e giunti verticali sfalsati— frequente nei palinsesti perimetrali di numerose fabbriche religiose e rilevabile anche in alcuni edifici civili, è peculiare delle tecniche costruttive medievali aquilane e definisce una particolare tipologia inquadrabile come una variante dei numerosi apparecchi in conci che si rilevano nella realtà costruttiva del centro Italia (figura 6).



Figura 5
Estratto della mappatura dei paramenti visibili nel centro storico dell'Aquila

Le «murature in conci» che riuniscono apparecchi murari rispondenti a scelte costruttive sostanzialmen-



Figura 6
L'Aquila, chiesa dei Santi Marciano e Nicandro; «apparecchio aquilano» rilevabile in corrispondenza dell'area absidale

te simili e confrontabili non trova ancora un'unanime spiegazione o «quota d'origine». La duttilità dei materiali impiegati, accomuna il tufo viterbese, l'arenaria tosco-emiliana e il travertino umbro, laziale e marchigiano e risulta indispensabile quale requisito per raggiungere un consono grado di lavorazione degli elementi utili alla costruzione di modelli ideali, come l' «apparecchio aquilano», capaci di conciliare istanze formali e strutturali rispondenti al concetto medievale di *bomun operis.* Tecniche affini come quella «a tufelli» rivelano chiare derivazioni dalla tradizione costruttiva romana, metabolizzata e innovata attraverso la standardizzazione del sistema produttivo basso medievale, mentre l'origine e il persistere di modalità costruttive comuni nell'area aquilana, come l'apparecchio in piccoli conci di calacare tenero o le murature portanti in grossi blocchi di calcare vacuolare, impiegati congiuntamente nell'edilizia ecclesiastica del capoluogo, appaiono più complesse da individuare e inquadrare temporalmente.

La muratura faccia-vista realizzata in «apparecchio aquilano» deriva, probabilmente, dalle tecniche costruttive dei centri del contado (Redi, 2003, 589-593) e i conci di grande pezzatura, comunemente detti «travertini», che per le loro caratteristiche meccaniche compaiono nei basamenti di palazzi, torri e campanili, riflettono la consuetudine al reimpiego di elementi di epoca classica, come nel caso della chiesa aquilana di San Sisto (figura 7).

Altre possibili invarianti del cantiere aquilano si possono identificare nella cura formale di numerosi paramenti in pietra bicroma e nel ricorso all'apparecchio in conci squadrati e spianati riconducibile alla sapienza costruttiva del cantiere angioino (Marcotulli, 2010, 587-593) la cui chiarezza strutturale e figurativa definisce le tecniche costruttive più significative e maggiormente accurate nel panorama edilizio del capoluogo.

Nei secoli successivi si assiste, invece, ad un'evidente rarefazione del sapere tecnico probabilmente conseguente alla concomitanza tra l'urgenza delle ricostruzioni successive agli eventi sismici e il sopraggiungere di nuove maestranze lombarde e pratiche costruttive «alla moderna» più sbrigative in termini di accuratezza e tempi di esecuzione (Pasqua, 2010, 79-87)

La «civiltà della pietra», legata alla natura geomorfologica della conca aquilana (Petrella, 2009, 283-298) e alle prescrizioni degli Statuti cittadini angioini, non trova, poi, riscontri certi nelle fonti documentarie relative al ciclo produttivo dei materiali lapidei.



Figura 7
L'Aquila, chiesa di San Sisto; foto fascia basamentale del fronte posteriore

Infatti, le prime pubblicazioni disponibili, inerenti il territorio aquilano e la valle dell'Aterno, che accennano ai materiali da costruzione e alla disponibilità di cave, risalgono al XVIII secolo

E' possibile, invece, reperire alcune informazioni su maestranze, artisti, luoghi di estrazione delle pietre, misure dei pezzi tagliati e montati e costi di lavorazione nei capitolati, contratti e «libri dei conti» redatti a partire dal XV secolo.

I più completi, legati alla costruzione delle fabbriche religiose di Santa Maria di Collemaggio, di San Bernardino, della chiesa del Suffragio e del Forte spagnolo non restituiscono, però, informazioni utili all'identificazione e catalogazione degli elementi impiegati nella costruzione delle strutture murarie, focalizzandosi, invece, sull'aspetto estetico e figurativo dei litotipi e su stucchi ed essenze di arredi e opere di finitura.

La citazione di alcune pietre utilizzate trova, però, coincidenza con località ricche di cave —pietra del Poggio, pietra di San Silvestro— e l'appellativo «gentile» utilizzato per indicare elementi facilmente lavorabili compare per la prima volta nel 1447 riferito a materiale proveniente da Poggio Picenze e San Gregorio.

L'utilizzo delle cave aquilane più note è finalizzato prevalentemente, quindi, all'estrazione di materiale di pregio destinato oltre che agli elementi di finitura e di dettaglio, ai paramenti lapidei lasciati «a vista» e alla produzione della calce.

Le qualità più ricorrenti provengono dalle località di Poggio Picenze, Vigliano, San Silvestro, Cavallari di Pizzoli, Pescomaggiore (pietra bianca); Casamaina di Lucoli, Sassa, Genzano di Sassa, Preturo (pietra rosa) e non mancano brecce arancio, gialle e verdi estratte a Lucoli e Rio Piano.

La pietra di Poggio Picenze caratterizza la quasi totalità delle facciate di palazzi signorili ed edifici religiosi, affiancata, a volte, da quella rossa e rosa a formare paramenti bicromi e altari e balaustre di ammodernamenti sei-settecenteschi.

Al contrario, la pietra destinata alle strutture portanti era probabilmente reperita tramite la raccolta di materiale erratico, dallo sfuttamento «a banchi» e «strati» di alcuni fronti di cava, dalla «spietratura» di campi e letti fluviali e, soprattutto, dal materiale di recupero dei crolli successivi agli eventi sismici.

L'attenzione rivolta alla lavorazione della pietra da taglio, utilizzata nella costruzione delle murature delle chiese medievali aquilane e nell' assemblaggio di pilastri, arconi e membrature, trasla, quindi, ai pochi elementi figurativi di dettaglio inseriti in murature dalla scarsa resistenza e capacità collaborante.

La progressiva degenerazione della compagine muraria asseconda le istanze legate alle numerose ricostruzioni post-sisma e alle sopraggiunte esigenze di adeguamento tipologico e formale derivate dall'infedazione spagnola nel XVI secolo e dall'avvento del regno borbonico nel XVIII.

Il campo di prova dell'architettura palaziale aquilana nel XV e XVI secolo è quello della corte interna; il rapporto figurativo con gli spazi pubblici si esplicita quasi esclusivamente tramite pochi elementi significativi —portali, cornici e cantonali— e rare logge aperte sul fronte strada.

Il disegno dell'Aquila è ancora quello che maggiormente ricorre nell'immaginario collettivo derivato dalle rappresentazioni di Ieronimo Pico Fonticulano restituite nelle incisioni pseudoprospettiche di Jacopo Lauro (figura 8).

Le immagini semplificano la reale complessità urbana raggiunra sul finire del XVI secolo; il tessuto urbano evoca, nella matrice geometrica a maglie ortogonali, l'impianto angioino ancora fortemente caratterizzato dal peculiare sistema di spazi pubblici organizzato in «piazze urbane», «piazze di capo-quarto» e «piazze di locale» che nel corso del Cinquecento assurgono a sedi privilegiate degli insediamenti nobiliari e a principali quinte di sperimentazione figurativa e architettonica fino a tutto il Settecento.

Nell'incisione di Lauro emerge il carattere introspettivo dell'edilizia civile aquilana connotata dall'accentuata orizzontalità dei volumi, dalla prevalenza della massa muraria sui vuoti, disallineati e figurativamente disomogenei, e dall'esiguità di aggetti, indici della consapevolezza del rischio sismico maturata nei secoli precedenti.

Appare chiaro anche il quadro delle principali modifiche all'impianto di fondazione che focalizzano il processo di alterazione e stratificazione del tessuto urbano lungo gli assi degli attuali corso Vittorio Emanuele e via Roma in corrispondenza dei poli di piazza Palazzo, piazza di Santa Margherita e piazza dell'Annunziata.

I nodi essenziali del rinnovamento urbano coincidono con i cantieri della fabbrica di San Bernardino, per la cui costruzione si abbattano alcune botteghe e la chiesa di Sant'Alò, l'opera di



Figura 8
Veduta di Ieronimo Pico Fonticulano, incisione prospettica di Jacopo Lauro, 1600

trasformazione e ammodernamento del palazzo del Capitano Regio, promossa da Margherita d'Austria, giunta all'Aquila come governatrice perpetua nel 1572 e la realizzazione del Forte spagnolo (1534-1554) su progetto di Pirro Aloisio (E)scrivà, che modifica profondamente l'impianto urbanistico dell'Aquila (figura 9).

Come appare evidente nella pianta del Fonticulano, il castello è collocato a nord-est dell'abitato in posizione dominante sia rispetto alla città, sia rispetto al territorio circostante; per la sua edificazione numerosi edifici, le chiese di 6 locali e il quartiere cittadino del Guasto vengono demoliti. La chiusura delle porte sul lato nord delle mura e il rafforzamento



Figura 9
L'Aquila, chiesa di Santa Margherita. Foto e restituzione grafica della fascia basamentale



Figura 11
L'Aquila, oratorio di San Giuseppe dei Minimi. Facciata principale, particolare della catena lignea trasversale



Figura 10
L'Aquila, il forte spagnolo dopo il sisma del 6 aprile 2009. Scorcio del fronte principale e particolare della muratura della sopaelevazione del blocco centrale

degli assi stradali convergenti sul castello, il corso e via Garibaldi, favoriscono lo sviluppo di diversi insediamenti palaziali (figura 10).

L' «architettura di facciata», che contraddistingue l'adeguamento e la nobilitazione del costruito intrapresi nel corso del XVII e XVIII secolo, riconfigura attraverso operazioni di superficie prospetti e ambienti di rappresentanza.

Il cantiere settecentesco ricorre a numerosi presidi antisismici, come i legamenti lignei dell'oratorio di San Giuseppe dei Minimi, utili a contrastare le sollecitazioni orizzontali, dimostrando una certa consapevolezza della scarsa resistenza a trazione delle murature realizzate, ma contestualmente ampia e sopraeleva i volumi preesistenti rendendoli ulteriormente vulnerabili rispetto alle azioni sismiche (figura 11).

Le strutture di numerose fabbriche del centro storico e di alcune residenze suburbane, come il così detto «casino del Barone», denunciano una densità e promiscuità di materiali e tecniche in cui convivono la persistenza di modalità costruttive arcaiche, il compromesso tra sapienza empirica locale e influenze culturali esterne e i segni tangibili del processo di trasformazione per «addizione» e «sottrazione» di murature e apparati che concorrono inevitabilmente a compromettere la resistenza sismica degli edifici (figura 12).

La carenza in termini di monoliticità e continuità di contatto tra gli elementi costituenti delle murature



Figura 12
L'Aquila, località Arischia, «casino del Barone»

analizzate, emerge osservando la varietà di strutture sovrapposte negli elevati: pietra calcarea sbozzata e irregolare ai piani interrati e terranei, elementi lapidei di pezzatura estremamente eterogenea frammisti a elementi laterizi organizzati in tessiture irregolari al primo livello e rari apparecchi laterizi ai livelli successivi.

Costantemente si rileva la presenza di elementi di reimpiego e di pezzi di spoglio anche di pregevole fattura come quelli utilizzati come «pietre d'attesa» nelle angolate della chiesa dei Santi Marciano e Nicandro, ricostruita dopo il terremoto del 1703, la cui riconfigurazione è rimasta, però, incompiuta (figura 13).

Le sperimentazioni strutturali e figurative intraprese nel corso del XVIII secolo su buona parte delle chiese del centro storico ricorrono, sovente, ad operazioni di sopraelevazione e addizione volumetrica effettate attraverso elementi portanti, come le pareti laterali della chiesa di Santa Maria di Paganica, la cui modesta qualità meccanica è legata alla conformazione geometrica e alle modalità esecutive e alle caretteristiche dell'apparecchio murario e del materiale impiegati (figura 14).

Buona parte degli elementi «snelli» a sviluppo verticale, inseriti nel corso della ricostruzione settecentesca, sono oggi interessati da collassi, fuori piombo e consistenti dissesti come, anche, i campanili a vela e le facciate a coronamento piano che rappresentano il macroelemento maggiormente soggetto a meccanismi di ribaltamento fuori dal piano data la frequente formazione di lesioni in corrispondenza dell'ammorsamento murario tra i conci e i blocchi angolari dei fronti principali e le murature perimetrali realizzate in elementi lapidei di dimen-





Figura 13
L'Aquila, chiesa dei Santi Marciano e Nicandro. Elementi di reimpiego e pezzi di spoglio



Figura 14
L'Aquila, chiesa di Santa Maria di Paganica

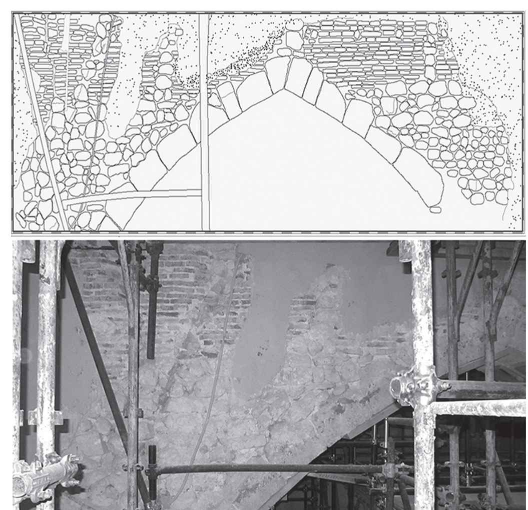


Figura 15
L'Aquila, chiesa di San Silvestro. Lesione della porzione soprastante il primo ordine di arcate

sioni medio-piccole e forma irregolare e poco allungata.

Differenze di rigidezza tra strutture contigue giustapposte appartenenti allo stesso edificio, ma caratterizzate da diversa densità muraria, danno anche luogo a importanti fenomeni di martellamento, come nel caso dell'imponente torre campanaria di Santa Maria di Paganica e della torre civica di palazzo Margherita, o ribaltamenti e torsioni di elementi alti e non ammorsati alle murature contigue come il campanile di San Silvestro, realizzato in muratura irregolare e disomogenea con pietre appena sbozzate legate con abbondante malta, concluso da una cella campanaria in cortina laterizia intonacata visibile a seguito del parziale crollo di chiave di uno degli archi.

La chiesa di San Silvestro, tra le più complesse e stratificate nel panorama degli edifici religiosi del centro storico, presenta ulteriori vulnerabilità legate alla facciata alta, snella e parzialmente vincolata al corpo di fabbrica, alla cappella laterale impostata su un precedente torrione duecentesco e disgiunta dalle murature perimetrali e alle pareti libere della navata centrale soggette a ribaltamento con conseguente sfilamento delle teste delle capriate di copertura e coinvolte nella rotazione del sistema facciata-campanile che ha provocato le lesioni della porzione soprastante il primo ordine di arcate (figura 15).

In emergenze architettoniche come quelle religiose, l'individuazione dei macroelementi e dei relativi meccanismi di danno risulta più agevole rispetto all'edilizia diffusa e a quella in aggregato scaturita dall'accrescimento, fusione e rimodulazione di primitive cellule elementari e dalla saturazione dei vuoti urbani contigui.

Spesso, inoltre, la giustapposizione di corpi di fabbrica contigui o lacerti murari non opportunamente ammorsati, differenti per epoca di realizzazione, tecniche costruttive e materiali impiagati, è dissimulata attravero l'espediente del rimpello laterizio che regolarizza impaginati esterni e interni degli edifici.

I numerosi dispositivi antisismici tradizionali —muri a scarpa, cantonali, legamenti e cerchiature lignee, catene metalliche, capriate impalettate— comuni nella sperimentazione e prassi costruttiva regionali possono compensare la mancanza di risposte congruenti alle azioni sismiche dei palinsesti murari aquilani coadiuvandone la resistenza a trazione e contrastando le spinte di volte e orizzontamenti, ma la loro funzione risulta a volte compromessa dalla mancata manutenzione e ancor più spesso inficiata da incongrui interventi di riparazione o totale sostituzione con innesti in cemento armato.

In occasione del recente sisma, i legamenti lignei si sono dimostrati efficaci nel contenere ribaltamenti

e rotazioni fuori dal piano dei palinsesti murari e suggeriscono un recupero del bagaglio di saperi e tecniche costruttive ideato e sperimentato nel passato utile quale modello operativo preliminare da privilegiare rispetto ad altre tecnologie meno appropriate e non sufficientemente testate.

Lo studio condotto nell'ambito del XXVII ciclo di dottorato in Storia, Conservazione e Rappresentazione dell'Architettura, coordinato dal prof. Claudio Varagnoli, rappresenta un primo approccio alla complessa realtà aquilana e ai numerosi spunti di analisi e opportunità di indagine che essa offre. La ricognizione dei danni conseguenti all'evento sismico dell'aprile 2009 e la catalogazione delle tipologie murarie rilevabili nel centro storico costituiscono uno stadio preliminare e parziale della ricerca che, grazie alla collaborazione e al supporto della Soprintendenza per i Beni Architettonici e Paesaggistici per l'Abruzzo, sperimenta percorsi di conoscenza e apprendimento attraverso l'osservazione diretta e la partecipazione ad alcuni cantieri di restauro. Questa fase operativa, indispensabile strumento di comprensione e verifica delle metodologie d'indagine e di intervento, è maturata nell'ambito della convenzione tra l'Università «G. d'Annunzio» e il Ministero dei beni e delle attività culturali e del turismo, resa possibile dall'interessamento e dalla preziosa collaborazione del Soprintendente BAP arch. Alessandra Vittorini e degli architetti Gianfranco D'Alò, Patrizia Luciana Tomassetti, Claudio Ciofani e Aldo Giorgio Pezzi.

Lista de referencias

Antonini, Orlando. 2004. *Chiese dell'Aquila*. Pescara.

Brusaporci, Stefano. 2006. «Il disegno dell'apparecchio aquilano nell'architettura religiosa dal XII al XIV secolo». En *Disegno e conoscenza: contributi per la storia e l'architettura,* editado por Strollo, R. M., 75-92. Roma.

Clementi, Alessandro y E. Piroddi. 1986. *L'Aquila. La città nella storia d'Italia*. Roma.

Clementi, Alessandro. 2009. *Storia dell'Aquila dalle origini alla prima guerra mondiale*. Bari.

Colapietra, Raffaele. 1978. *L'Aquila dell'Antinori: strutture sociali e urbane della città nel Sei e Settecento*. L'Aquila.

Colapietra, Raffaele. 1984. *Spiritualità, coscienza civile e mentalità collettiva nella storia dell'Aquila*. L'Aquila.

Colapietra, Raffaele; M. Centofanti; C. Bartolomucci y T. Amedoro. 1997. *L'Aquila i palazzi*. L'Aquila.

Colapietra, Raffaele. 2002. *Per una storia di Poggio Picenze in Età Moderna*. L'Aquila.

Esposito, Daniela. 1998. *Tecniche Costruttive Murarie Medievali. Murature «a tufelli» in area romana*. Roma.

Gizzi, Stefano. 2011. «L'Aquila attraverso I terremoti: riflessione e speranza». *ANANKE*. 63: 72-93.

Lagomarsino, Sergio. 2009. «Vulnerabilità e risposta sismica delle chiese aquilane: interpretazione del danno e considerazioni sul miglioramento strutturale». *ARKOS*. 20: 30-37.

Mancini, Rossana. 2012. *Le pietre aquilane. Processi di approvvigionamento della pietra e sue forme di lavorazione nell'architettura storica*. Roma.

Mantini, Silvia. 2010. «La scena della città: uomini, idee, rappresentazioni nell'Aquila barocca». En *Abruzzo. Il Barocco Negato,* editado por Torlontano, Rossana, 45-56. Roma.

Marcotulli, Chiara. 2010. «De ecclesiis construendis: maestranze e committenti. La 'rifondazione angioina' dell'Aquila e la costruzione di un'identità cittadina nella prima metà del XIV secolo». *Archeologia Medievale*. 37: 587-593.

Moretti, Mario; Dander, Marilena. 1974. *Architettura civile aquilana dal XIV al XIX secolo*. L'Aquila.

Pasqua, Mauro. 2010. «Le maestranze lombarde in epoca barocca e la loro presenza in Abruzzo». En *Abruzzo. Il Barocco Negato,* editado por Torlontano, Rossana, 79-87. Roma.

Petrella, Giovanna. 2009. «Le cave di Poggio Picenze (AQ). Appunti dalle ricognizioni». *Archeologia Postmedievale*. 13: 283-296.

Redi, Fabio. 2003. «Materiali tecniche e cantieri: primi dati dal territorio aquilano». En *III Congresso Nazionale di Archeologia Medievale*, 589-593. Firenze.

Reggiani, Anna Maria. 2011. «Il patrimonio ferito dell'Aquila». *ROMVLA*. 10: 307-342.

Serafini, Lucia. 2009. «Terremoti e Architetture in Abruzzo. Gli espedienti antisismici del cantiere tradizionale». En *Muri Parlanti*, editado por Varagnoli, Claudio, 221-236. Città di Castello.

Varagnoli, Claudio y L. Serafin. 2008. «L'edilizia storica in Abruzzo: uso e cultura del laterizio in età moderna». En *Terre Murate. Ricerche sul patrimonio architettonico in Abruzzo e Molise,* editado por Varagnoli, Claudio, 11-34. Roma.

Varagnoli, Claudio. 2008. «Tecniche e materiali nella costruzione delle volte in Abruzzo». En *La costruzione tradizionale in Abruzzo. Fonti materiali e tecniche costruttive dalla fine del Medioevo all'Ottocento,* editado por Varagnoli, Claudio, 49-64, Roma.

Zordan, Luigi. 1992. «Tecniche costruttive dell'edilizia aquilana. Tipi edilizi e apparecchiatura costruttiva». En *L'Aquila, città di piazze: spazi urbani e tecniche costruttive*, editado por Centofanti, Mario; Colapietra, Raffaele; Conforti, Claudia; Properzi, Pierluigi; Zordan, Luigi, 80-111. Pescara.

La bóveda Maya, ¿una falsa bóveda?

Mónica Cejudo Collera

La civilización Maya es una de las más representativas de Mesoamérica dado su desarrollo científico y cultural; el estudio de sus ciencias, tecnología y cultura resultan fascinantes en la actualidad, pues a pesar de los estudios que se han realizado en torno a ella, aún presenta incógnitas que son abordadas por los investigadores desde diversos enfoques y disciplinas. Gracias a las continuas investigaciones se generan nuevos conocimientos que permiten comprender con mayor facilidad a esta gran cultura que se desarrolló en el sureste mexicano (en Campeche, Chiapas, Quintana Roo y Tabasco) y en Honduras, Belice, Guatemala y el Salvador.

En el campo de la arquitectura y la construcción, las estructuras mayas han sido objeto de diversos estudios cuyos resultados han permitido conocer los materiales, los sistemas y las técnicas constructivas que hicieron posible la creación de las estructuras enmarcados en importantes sitios arqueológicos.

La edificación de las monumentales edificaciones mayas fue posible gracias al conocimiento de técnicas constructivas propias de la región que en la actualidad forman parte de su arquitectura vernácula así como al dominio de los materiales locales, como la piedra caliza o la madera.

Los mayas utilizaron sistemas constructivos similares a los empleados por otras culturas milenarias como las bóvedas en saledizo que se complementaron con elementos constructivos propios de cada cultura, como las cresterías y ornamentaciones hechas con finos relieves sobre roca caliza para el caso maya. Esas estructuras en la actualidad revisten un valor patrimonial incalculable y son elementos de identidad para las naciones donde se encuentran asentados.

Marco referencial

La cultura maya, al igual que el resto de las culturas mesoamericanas, tiene diferentes etapas históricas que abarcan diferentes periodos; de los que destaca el llamado «Clásico Maya» pues fue «una etapa de gran fuerza artística se dio entre el año 625-1800 A. C. En el horizonte temporal denominado «clásico floreciente» y abarcando fundamentalmente dos regiones territoriales: la Sur, caracterizada por la gran espesura selvática de la cuenca del Usumacinta (en los actuales estados de Chiapas y Tabasco, incluido el Petén guatemalteco) y la península, desarrollada al sur de la península de Yucatán. Algunas de las ciudades características del periodo son: Palenque, Yaxchilán y Bonampak en México, Piedras Negras en Guatemala y Copán en Honduras». (de Anda 2015. 43)

En el periodo mencionado, se desarrolló el sistema calendárico vigesimal de la cultura maya, que hasta nuestros días resulta fascinante dada su precisión; en este periodo el desarrollo demográfico se caracterizó por altos índices poblacionales en las principales Ciudades-Estado, así como por el desarrollo del sistema de «cacicazgos», en donde el poder se controló mediante relaciones de parentesco. Los grupos de

poder que dirigían a las colectividades se encargaban del control religioso y del sistema militar, de la producción y distribución de alimentos y bienes.

En este mismo periodo se levantaron gran cantidad de estelas y altares con fechamientos, nombres de personajes y descripción jeroglífica de acontecimientos, siendo una de las mayores expresiones artísticas de la cultura maya. Se desarrolló un sistema de notación jeroglífica con el cual se registraron nombres, acontecimientos y por supuesto datos calendáricos que se complementaron con el desarrollo de las técnicas para medir los ciclos astronómicos, que a su vez propiciaron la construcción del observatorio de Chichen Itzá, de planta circular con bóveda apuntada para cubrir el claro. Las expresiones artísticas del clásico floreciente se vieron completadas por la producción de piezas cerámicas que representaron escenas históricas y ceremoniales.

En la temporalidad que nos ocupa, se desarrollaron estilos que marcaron la producción arquitectónica de la cultura maya dejando su impronta para la posteridad; uno de ellos fue el llamado estilo palencano, la obra más representativa de ese estilo fue el palacio de Palenque. Otros estilos arquitectónicos importantes desarrollados durante el clásico floreciente son los conocidos como Río Bec y Puuc; de este último, Hans Prem, realizó en 1995 un importante estudio sobre la calidad constructiva que permite comprender la causa de los derrumbes característicos en las bóvedas mayas y que serán abordados más adelante en este artículo.

Dada la variedad y calidad de las construcciones mayas del horizonte clásico, la arquitectura de esa ancestral cultura alcanzó el máximo desarrollo y expresión justamente en ese periodo. Las obras más representativas, mejor elaboradas, ornamentadas y diseñadas por los constructores mayas fueron producidas durante el clásico floreciente; en el que el uso de la bóveda maya, también conocida como bóveda en saledizo o arco «falso», fue una constante para cubrir espacios interiores destinados a usos religiosos aunque también, «En algunos casos se han encontrado restos que muestran la presencia de fuegos hechos para cocinar, por lo que también fueron espacios habitacionales para sacerdotes y acólitos o para oficiales de alto nivel. En el interior de estas habitaciones se celebraban ceremonias con acceso evidente reservado a un limitado público. Asimismo otros cuartos se utilizaron como bóvedas para guardar los instrumentos u objetos que se usaban en las ceremonias para almacenar alimentos» (Cejudo 2002, 699).

El uso de las bóveda Maya no se limitó a un espacio geográfico dentro de la misma región ni a un periodo de tiempo específico, el uso de la bóveda Maya se realiza prácticamente en diferentes tiempos y en toda el área maya, en diferentes épocas y con variantes morfológicas: «en un mismo sitio pueden coexistir estructuras con bóvedas formalmente distintas que indican que la técnica constructiva era conocida y dominada» (Cejudo 2002, 708)

> Kubler «señala a la bóveda (arco falso) como uno de los tres rasgos distintivos de la tradición maya clásica, además asegura que, en el aspecto estructural, la arquitectura maya se basa en cuatro elementos: las piedras, la argamasa (estucos, morteros y concretos), los soportes y las bóvedas» (Ramírez, Pérez, Díaz 1999-2000. 279).

Hacia el 900 D. C. la población disminuyó considerablemente y emigró de las grandes ciudades dando paso a nuevos asentamientos. Existe una teoría conocida como del «colapso maya» que explica la merma en la población como consecuencia de desequilibrios ecológicos que produjeron sequías afectando severamente la producción agrícola y, en consecuencia el abasto de alimentos. Durante ese tiempo, la población dirigió sus esfuerzos para obtener la gracia de los dioses a través de la edificación de nuevas estructuras destinadas al culto y a realizar grandes ofrendas para revertir los efectos adversos de las sequías; esos esfuerzos consumieron los recursos humanos de la sociedad que abandonó el campo; factor que, junto con la sequía ocasionó el desabasto de alimento y la consecuente disminución de la población.

Relación de la arquitectura maya con la naturaleza

La integración de la arquitectura maya con el contexto natural que la rodea es virtud en términos de diseño y de emplazamiento, el dominio del terreno selvático y es quizá, su principal virtud. Armónicamente, naturaleza, arquitectura y ser humano coexistirán en las grandes ciudades mayas; su arquitectura será parte del contexto natural quedando tamizada e integrada a este último; la arquitectura y el urbanismo mayas son sin duda una de las mayores lecciones de



Figura 1
Acrópolis de Bonampak, estructura integrada al terreno natural. (Cejudo, 2008)

integración y de respeto de lo realizado por el hombre en su ambiente natural.

En la arquitectura maya, «El dominio de la técnica y el ejercicio de la creatividad produjeron edificios de extraordinaria belleza que, además, han demostrado su capacidad para resistir notablemente los embates de la naturaleza». (Cejudo 2002, 708)

Materiales constructivos

Los materiales constructivos empleados por la cultura Maya fueron de origen local en la mayoría de los casos, al igual que en el resto de las culturas del mundo mesoamericano. El respeto por el entorno natural de esta cultura se verá expresado no solamente en su relación espacial con el entorno selvático sino también por el empleo de materiales regionales que son respetuosos con el medio ambiente tales como la piedra caliza de bancos cercanos o la madera.

De esta manera, los materiales propios de la península de Yucatán determinaron los sistemas constructivos mayas; es decir, las técnicas edificatorias se sometieron a las condicionantes impuestas por las capacidades y cualidades de los materiales de la región e hicieron posible la construcción de nuevas estructuras pero que también las limitaron; por ejemplo, las bóvedas en saledizo presentan claros cortos dado que el acomodo de la piedra caliza no permite liberar claros de grandes dimensiones.

En el conjunto de materiales constructivos naturales empleados por los mayas destacan el uso de concretos realizados con mucílagos como el «pichoy» o el «chucum» gracias a estos materiales fue posible unir las lajas que en su momento conformarían las bóvedas en saledizo. Un estudio realizado y publicado en 1999, afirma que «los morteros y concretos, tenían en las construcciones mayas un uso estructural. Los morteros se utilizaban como material de liga en las mamposterías para construir muros en los edificios y para revestir cisternas, caminos arcos y bóvedas (construidas éstas a base de losa saledizo las que, también llamadas *arcos falsos*)» (Ramírez, Pérez, Díaz 1999-2000. 279)

La construcción maya empleó pocos materiales que la caracterizaron; «No son muchos datos, aunque sí suficientes para podernos hacer una idea de las construcciones en general: núcleos de piedra y barro, revestimientos de piedra, muros con aplanado de cal y dinteles de piedra o madera muy resistentes». (Del Corral 1984. 4).

Piedra

La piedra caliza fue el material que permitió la construcción de la bóveda en saledizo, tanto en la cultura maya, como en todas las culturas milenarias que emplearon ese sistema para cubrir espacios interiores, esto se debió, entre otras cosas, a que la tecnología constructiva tuvo como base herramientas líticas, en consecuencia, la Maya, fue una arquitectura básicamente de piedra.

> Pocas civilizaciones del mundo antiguo pueden definirse tan claramente por la utilización casi exclusiva de un tipo de material pétreo como la maya. La piedra caliza (*sahcab*) acompaña a los mayas al grado que podríamos proponer una forma de aproximación a estos desde la óptica de las distintas formas de utilización de este singular material de construcción (Villalobos 2001. 7).

La piedra caliza fue determinante para la construcción de la bóveda Maya, ya que el sistema constructivo y el comportamiento estructural dependen de la colocación de piedras conforme lo señala la siguiente descripción:

- El núcleo es de bloques burdos que varían de tamaño y profundidad; la superficie resultante es muy irregular.

– Las lajas o piedras planas están empotradas en un núcleo de mampostería.
– Se utilizan bloques para formar las hiladas; las hiladas son todavía irregulares.
– Las piedras se bicelan y se siguen utilizando cuñas. Las hiladas resultantes son irregulares.
– Se utiliza la piedra bota y los bordes se labran cuidadosamente. Se obtienen hiladas regulares y la superficie es pareja y lisa.

Se utilizan ladrillos, como en Comalcalco» (Cejudo 2002, 702)

Madera

La madera en el mundo maya fue procesada para ser utilizada como material constructivo; se empleó para levantar estructuras de muros y de cubiertas principalmente. El uso de «la madera constituía otro de los elementos claves en las construcciones mayas, usada no sólo en habitaciones modestas, sino también como materia digna de ser trabajada con preciosismo y lograr de ella obras tan sobresalientes como los dinteles de Tikal, por ejemplo» (Del Corral 1984, 6).

Para la edificación de bóvedas mayas, se combinó el uso de morrillos de madera con las piedras que conformaron las bóvedas en saledizo; hay autores que afirman que la madera forma parte de la cimbra de la bóveda y son refuerzos estructurales. A este respecto, Alejandro Villalobos señala que «durante el proceso ascensional de los segmentos de bóveda, los mayas colocaban en el interior del núcleo de argamasa y material irregular una serie de elementos de madera a manera de refuerzos sobre los dinteles que libraban los vanos tanto de los accesos como de las circulaciones entre cámaras o crujías, donde estaba previsto un régimen de esfuerzo a flexo-compresión y bajo el cual, la piedra es muy fácil víctima de fractura y consecuente colapso» (Villalobos 2001, 9-10).

En contraste, Prem señala que «los travesaños no pueden haber tenido la función de estabilizar la bóveda ni durante su proceso de construcción ni después. En primer lugar, porque su número y ubicación –había uno o dos solamente cerca de las paredes laterales de un cuarto– no les permitía sostener una parte esencial de carga. En segundo lugar, porque por su posición debajo del arranque de la bóveda no podían tener una función estabilizadora. Lo mismo se puede decir sobre los delgados travesaños superiores que se encuentran inmediatamente debajo del arranque de la moldura bajo las piedras tapa. Únicamente los travesaños medios que, sin embargo, encontramos muy raras veces en el Puuc, pueden haber tenido una función estabilizadora» (Prem 1995, 36).

Es así que, la función de los travesaños de madera que característicamente acompañan a la bóveda Maya aún no está definida; sin embargo, lo cierto es que existen y por lo tanto merecen de un estudio específico encaminado a determinar claramente cuál es su relación estructural, ornamental o ambas.

Algunos estudios realizados en torno a la construcción maya

El conocimiento, estudio y análisis de los sistemas y materiales constructivos empleados por la cultura maya ofrecen en la actualidad múltiples áreas de oportunidad; los trabajos realizados hasta el momento son aún insuficientes para para comprender en su totalidad la manera en como una cultura ancestral erigió grandes estructuras. Estos vacíos se deben, entre otras cosas, a la lejanía en el tiempo y a la ausencia de fuentes documentales directas; sin embargo, se han promovido importantes estudios que han generado valiosos conocimientos que nos permiten comprender, parcialmente, las técnicas, materiales y sistemas constructivos característicos de la tradición constructiva maya.

La tecnología constructiva maya no se caracteriza por ser una de las más desarrolladas o con mayor presencia en la historia de la arquitectura incluso es limitada. Si bien es cierto que algunos autores como Muñoz Cosme señalan que en términos estructurales la arquitectura maya no es «audaz» dado que no hace alarde de importantes técnicas constructivas; la importancia de la edificatoria maya radica en el dominio de los materiales disponibles en el área donde se asentó: la península de Yucatán y del Centro de América.

De acuerdo a los trabajos de Muñoz Cosme, los sistemas constructivos más importantes empleados por la arquitectura maya fueron muros de carga y cubierta vegetal, muros y bóvedas de aproximación, muros de carga y forjados o entrepisos, dinteles y pilares, y un sistema celular que sirvió para basamentos de pirámides. Cada uno de esos siste-

mas se caracterizó por el manejo e incorporación de materiales naturales en el desarrollo de estructuras de piedra; las bóvedas de aproximación, que no son otra cosa que las bóvedas en saledizo, también son definidas por el autor como bóveda de estilo Puuc.

Sobre esa bóveda señala que «es el sistema más habitual en la arquitectura pétrea maya. Los espacios interiores son cubiertos con bóvedas de aproximación [en saledizo] que se apoyan, de forma independiente en los muros laterales. Los muros de anchura variable y generalmente poco estilizados reciben sobre ellos las hiladas de la bóveda, que emergen en voladizo, una sobre la otra, hasta llegar al punto más alto en el que una losa se superpone sobre los dos lados de las bóvedas y la cierra. Las piedras que componen la bóveda eran inicialmente lajas alargadas, lo que permitía ir haciendo el voladizo, contrapesado por la propia pieza. Posteriormente se fueron buscando soluciones más sofisticadas hasta llegar a la que se conoce como bóveda de estilo Puuc, en la que las dovelas están especialmente cortadas en lo que se ha dado en llamar piedra bota por su forma de bota, presentando una cara plana y perfectamente labrada en el intradós de la bóveda, mientras que el resto de la piedra queda contrapesada con la masa de argamasa de cal y mampostería que rellena la parte superior del edificio» (Muñoz, Vidal 2004, 738)

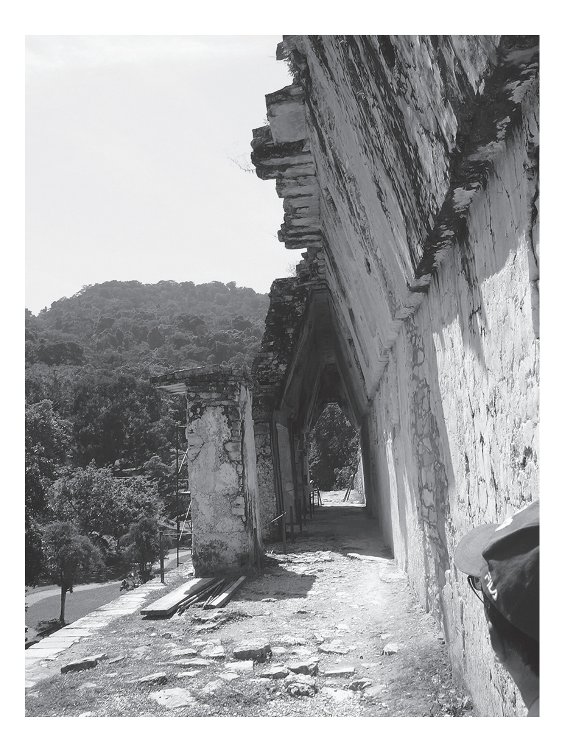


Figura 2
Bóveda del palacio de Palenque, solamente queda en pie uno de sus lados. (Cejudo, 2008)

Los sistemas constructivos del llamado estilo Puuc, será analizado a mayor detalle por autores como Prem, quien afirma que la técnica constructiva de este sistema tiene defectos dado que lo que interesó a sus constructores no fue su estabilidad sino su diseño. En consecuencia, el tiempo y la mala calidad constructiva ocasionaron los colapsos parciales de la bóveda.

¿Arco «falso» o bóveda?, un asunto de terminología

Uso de la bóveda maya

La bóveda Maya sirvió para cubrir espacios interiores y no es otra cosa que una bóveda en saledizo que «se logra través de la sincronización de hiladas de piezas prefabricadas que desde el coronamiento o plano superior del muro sustentante, progresivamente se deslizan sobre sus antecesoras, remontando el plano vertical de estas hasta alcanzar una altura donde solo resta colocar una pieza compartida en su apoyo por las dos últimas hiladas de cada segmento, que denominamos «losa tapa»; esta cierra la bóveda en toda su longitud.

Enrique de Anda explica que el término de «falso» arco se debe a que ese sistema estructural no tiene capacidad para cargar más allá de su propio peso; señala que «La estructuración de los locales internos se resuelve mediante el uso de la bóveda falsa o en saledizo, lograda al enfrentar dos muros corvelados que por sí mismos son poco capaces de soportar un peso adicional encima de ellos, de ahí el término de bóveda falsa. El espacio interno, es de proporción lineal y de muy reducida amplitud a causa de las limitaciones impuestas por las bóvedas en saledizo» (de Anda 2015, 46). Las limitaciones técnicas señaladas por el doctor propiciarán que los edificios sean de alturas bajas y claros cortos.

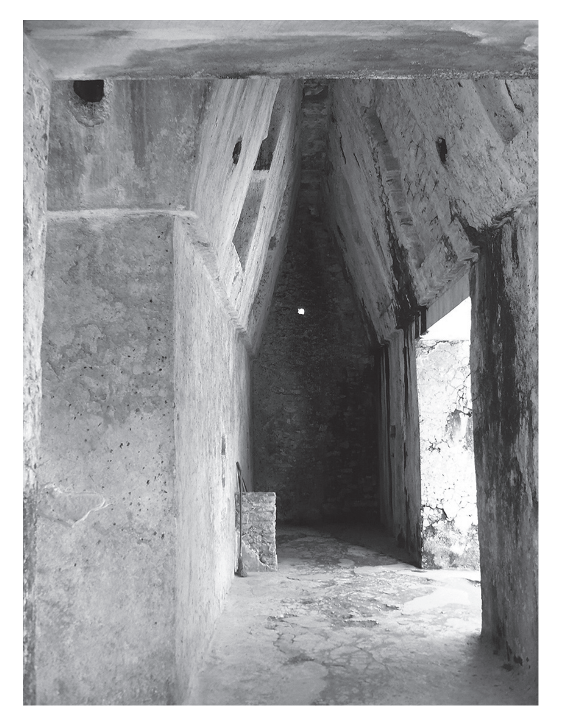


Figura 3
Bóveda al interior del palacio de Palenque, se aprecian los mechinales (huecos) donde alguna vez estuvieron empotrados los mechinales (Cejudo, 2008)

Origen de la bóveda maya

La forma, y concepción de la bóveda maya es resultado de los sistemas de cubierta a base de madera empleados en la vivienda vernácula hasta la actualidad; en este caso varios autores coinciden en que la forma de la bóveda en saledizo maya provienen de la vivienda tradicional; pues «Lo que en la eterna arquitectura doméstica maya es perceptible como volumen envolvente pudo, eventualmente, transformarse en el espacio contenido por las bóvedas, al grado, quizá, de no perder objetos cuya vocación de mobiliario poco o nada tienen que ver con la estabilidad estructural del sistema, por ejemplo los morrillo de madera de sección circular que unen los segmentos de las bóvedas» (Villalobos 2001, 12)

> Estrechamiento de las casas a base de hojas de palma es un rasgo que pervive desde los ejemplos constructivos más tempranos hasta nuestros días, respondiendo perfectamente a las condiciones climáticas de la zona. El modelo original será trasladado a la piedra para construcciones más importantes y el recubrimiento se verá reflejado en lo que conocemos como arco falso o bóveda maya (Del Corral 1984, 8).

Clasificaciones de la bóveda maya

Los intradoses de las bóvedas mayas tienen en común dimensión, alturas, usos interiores y claros limitados; pero sus formas son diferentes por lo que pueden diferenciarse de acuerdo a la siguiente clasificación:

1. «Escalonada: cuando las piedras están dispuestas de tal manera que la superior sobresale de la inferior formando un peldaño invertido...
2. Curva: en los casos en que las piedras se cortan y se colocan formando un (semicírculo)...
3. Inclinada: en la situación en que las piedras se cortan en forma de "V" invertida...
4. Botella cuando al llegar casi al remate de la bóveda, las piedras se colocan de tal forma que se angosta el cuello...
5. Convexa: en tanto que las piedras se van apuntando hacia el interior, como sucede en el palacio del gobernador de Uxmal.
6. Trilobulada: cuando tiene tres salientes redondeadas como en la casa A del palacio de Palenque.
7. Bajo escalera volada: generalmente cuando se construye debajo de las escaleras y puede estar engendrada sobre un eje longitudinal como medio arco o con media bóveda inclinada y con el muro recto hasta la losa tapa...
8. Uno/bóveda: en los casos en que el arranque de la bóveda está en el piso y continúa hasta cerrar el espacio como Xcaret en el Estado de Quintana Roo...
9. Cañón corrido: cuando la forman las dispuestas en arco de medio punto...
10. Techumbre plana: construida con mortero de cal piedras, sostenida con vigas que se embebían en concreto permitiendo la construcción de techos planos más ligeros que las bóvedas como en el Petén y en Piedras Negras con techo de vigas y madera...

11. Bóvedas combinadas: en la misma estructura aparecen dos tipos diferentes de bóvedas con el mismo sentido del corte...
12. Techumbre irregular: sin ninguna forma definida debido a la mala calidad de manufactura. (Cejudo 2002, 697-698). De estos tipos de bóvedas existen múltiples ejemplos en todas las ciudades mayas

Comportamiento estructural de la bóveda maya

El mal llamado «falso» arco maya, debe es calificativo a la perspectiva eurocentrista, ya que no era un sistema conocido en el Viejo Continente cuando arribaron los conquistadores a América. Es una bóveda que no trabaja a partir de un arco; el término de bóveda en saledizo define mejor este sistema de cubiertas interiores empleado por los mayas, y que ha sido utilizado a lo largo de la historia por otras civilizaciones que van desde la antigua Mesopotamia.

Las bóvedas mayas no trabajan como los arcos, pues ellos distribuyen verticalmente las cargas que reciben, mientras que la transmisión de cargas que realiza una bóveda en saledizo hacia la base del edificio es mínima, por lo que; «Es totalmente falso que los mayas edificaran arcos; no obstante, es posible llamar a los sistemas de cubiertas mayas como sistemas de bóvedas, en virtud de la tarea que desempeñan como abrigo de su contenido» (Villalobos 2001, 9)

El trabajo estructural de la bóveda maya es muy diferente al trabajo de un arco de geometría circular y realizado con dovelas y claves, como ya se señaló la transmisión de cargas es diferente y en la geometría de ambos sistemas su comportamiento estructural también lo es. Tradicionalmente los arcos se conforman por dovelas y una clave al centro del propio arco; son varias piezas que unidas integran una semicircunferencia para optimizar la transmisión de cargas verticales del edificio.

Por lo arriba expuesto, los arcos de forma circular, requieren de cimbra para su construcción; al extruír un arco se genera una bóveda que puede ser de cañón corrido y trabaja como un solo sistema estructural que genera empujes laterales. Arco y bóveda realizada a base de arcos, requieren cimbra durante su proceso de construcción. «El trabajo estructural de un arco está definido por tres factores sustanciales: la



Figura 4
Arcos del claustro del convento en Yuriria, Guanajuato; los arcos transmiten la carga vertical del edificio; la bóveda maya no tiene esa función (Cejudo, 2011)

continuidad de sus componentes, la posición de su centro de gravedad y la acción de desplazamiento horizontal la que se somete en los puntos donde el arco deja de serlo, es decir en la intersección con el coronamiento de los muros y apoyos que los sustentan» (Villalobos 2001, 8)

A diferencia de un arco o una bóveda de perfil curvo, para construir una bóveda en saledizo no se requiere cimbra ya que cada uno de sus paramentos se comportan estructuralmente independientes uno del otro y las lajas que la conforman se soportan una sobre la otra. La bóveda en saledizo o bóveda maya, tiene comportamientos geométricos y estructurales muy diferentes respecto a las de perfil curvo, pues como ya vimos están conformadas por dos paramentos verticales que se van cerrando conforme incrementa la altura hasta ser rematados por una losa tapa. La siguiente cita describe mayor detalle el comportamiento estructural de la bóveda Maya:

la estabilidad del sistema está garantizada en términos de la discontinuidad de sus segmentos; la presencia de dos centros de gravedad y el desplazamiento horizontal de su intersección con el plano vertical de sus apoyos induce un abatimiento entre ambos, al grado que en caso de colapso, se compromete tan sólo un segmento y no la totalidad de la cubierta como tampoco la que sus elementos sustentan (Villalobos 2001, pp. 8-9).

A diferencia de los arcos y bóvedas empleados en Europa, las bóvedas en saledizo no permiten cubrir grandes claros; en el mundo maya el claro más grande que pudo ser librado con este sistema, y del cual se tiene conocimiento, es la bóveda del Templo de las Inscripciones con un claro de solamente 3,75 metros. Sin embargo, a pesar de estas diferencias las bóvedas de cañón corrido y de perfil circular, al igual que las bóvedas en saledizo, tiene la función de cubrir espacios interiores, la diferencia radica en que el primer sistema mencionado utiliza arcos para su soporte y el segundo no.



Figura 5
Bóveda al interior del edifico 33 de Yaxchilán, la imagen permite observar el aparejo de las piedras que dan forma a la bóveda (Cejudo, 2008)

El método constructivo de la cubierta empleado en el Nuevo Mundo, «se distingue marcadamente desde las paredes. En todas las bóvedas se construye en una primera etapa sólo la parte interior y central, es decir, todavía no se colocaba el paramento o adorno de la fachada [...]. Después de haberse concluido la bóveda se continuaba con la fachada poniendo las piedras de revestimiento (a ellos les corresponde este calificativo) o de decoración. De igual manera se efectuaba la construcción de una crujía paralela de bóveda en este caso la primera bóveda se apoyaba sobre casi todo el grosor de la pared quedando sólo un pequeño descanso para la segunda». (Prem 1995, 41). La explicación permite entender que el intradós de la bóveda estructuralmente trabaja de manera independiente respecto a los muros exteriores.

Prem explica que la falla estructural y el colapso de uno de los paramentos de las bóvedas mayas, se deben a una transmisión de cargas irregular desde la propia bóveda hacia sus muros de carga. «La tendencia de las paredes longitudinales de volcarse hacia fuera es intensificada por la presión ejercida ya fuera de la media bóveda con su distribución de fuerzas no simétricas. En numerosos edificios de la región Puuc que están todavía en pie se puede observar que el peso de la bóveda aprieta hacia fuera las paredes longitudinales a la altura del arranque de bóveda. La dimensión de este movimiento puede reconocerse en la grieta que se forma entre la pared longitudinal y la lateral estando la última no sujeta a este proceso. Otra prueba de esto es que en los edificios Puuc ya mayormente arruinados se conservan muchas veces únicamente las paredes laterales en su totalidad» (Prem 1995, 42)

Las bóvedas se integran por dos paramentos verticales con trabajos estructurales independiente y que conforme incrementan su altura reducen su distancia entre ellos para ser rematados por una tapa, en consecuencia, «El derrumbamiento (sic) de los edificios era favorecido adicionalmente por la separación constructiva de los muros en secciones horizontales y verticales que quedaban casi completamente sin limitación (sic) entre sí. […]. La caída de [una] parte del paramento reducía el contrapeso necesario de la bóveda. El peso desequilibrado provocaba un deslizamiento transversal hacia fuera.

La existencia de una ranura debajo del nivel de la moldura media (y quizás de otra en el nivel del arranque de la bóveda) constituye un punto teórico



Figura 6
Colapso característico de las bóvedas mayas derivado de su sistema constructivo y su comportamiento estructural (Cejudo, 2008)

de ruptura en el cual falta la transmisión de cargas que podría amortiguar las intensas fuerzas horizontales al transmitirlas a la pared y evitar de esta forma un deslizamiento.

La falta de una conexión entre las dos mitades de la bóveda impedía una transmisión mutua de las fuerzas. La consecuencia se puede observar en muchos edificios semi-destruidos, donde solamente queda la media bóveda en pie» (Prem 1995, 42)

Conclusiones

La bóveda en saledizo, es uno de los sistemas constructivos que caracterizan a la arquitectura Maya y que, a pesar de presenta defectos estructurales y constructivos, ha permanecido hasta nuestros días como un fiel testimonio del desarrollo tecnológico y la capacidad constructiva de los antiguos mayas. La bóveda es uno de los ejemplos mejor logrados por la tecnología Maya y a pesar de sus limitaciones en la dimensión de su anchura, ofrecen bellas formas que junto con las ornamentaciones exteriores dan como resultado recintos ceremoniales e interiores de gran calidad.

Sin duda, es necesario promover nuevos estudios en torno a la técnica edificatoria Maya muy particularmente de sus sistemas constructivos característicos, como por ejemplo el uso de la madera en la bóveda Maya, y revisar si es un elemento estructural, y no únicamente, como lo afirman ciertas investigaciones, un travesaño del cual suspender telas para la división de los espacios internos. Con el empleo de las nuevas tecnologías, la investigación de materiales permitirá el análisis, la comprensión y la observación del comportamiento estructural de las bóvedas.

El colapso parcial de las bóvedas mayas que conocemos en la actualidad se debe a una mala calidad constructiva, una distribución irregular de cargas verticales y a que los muros de soporte trabajan de manera independiente; estructuralmente la bóveda Maya no es un elemento monolítico ni continuo sino que está soportada por dos paramentos verticales independientes cuyo remate es el único punto de unión entre ellos.

La perspectiva eurocentrista le da a la bóveda Maya un adjetivo calificativo de «falso», término que en todo sentido es erróneo dado que la bóveda Maya no trabaja estructuralmente como un arco; es una bóveda pero que no está constituida ni conformada a partir de un arco sino que está elaborada por dos paramentos verticales que conforme incrementan su altura van reduciendo la distancia entre ellos y son rematados por una tapa, también de piedra. Al tener la misma función que las bóvedas aunque no trabajen igual, ni presenten el mismo sistema constructivo, si cumplen con la función de proveer de un epacio interrno para el desarrollo de las actividades, en su caso de los mayas, por lo que el térmio de «falso» debiera eliminarse.

Lista de referencias

Anda Alanís, Enrique de. 2015. *Historia de la Arquitectura Mexicana*, 3ª ed. Barcelona: Gustavo Gili, 41-63.

Cejudo Collera, Mónica 2002. «Análisis Tipológico de la Bóveda Maya. Su posible Desarrollo Cronológico». En *Memoria del Tercer Congreso Internacional de Maquilistas*. México: Universidad Nacional Autónoma de México, Universidad de Quintana Roo, 602-708.

Del Corral, Mercedes 1984. «Aproximación a la Arquitectura Maya a través de las Crónicas». En *Cuadernos de Arquitectura Mesoamericana*, 1, febrero. Editado por: Universidad Nacional Autónoma de México, División de Estudios de Posgrado, Facultad de Arquitectura. México, 5-14.

Muñoz Cosme, Gaspar y Cristina Vidal Lorenzo. 2004. «Análisis comparativo de los diferentes sistemas constructivos en el área maya». En *XVII simposio de investi-*

gaciones arqueológicas en Guatemala, 2003. Editado por J. T. Lporte, B. Arroyo, H. Escobedo y H. Mejía. Museo Nacional de Arqueología y Etnología. Guatemala, 736-748.

Prem, Hans.1995. «Consideraciones sobre la Técnica Constructiva de la Arquitectura Puuc». En *Cuadernos de Arquitectura Mesoamericana*, 29. Editado por: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Arquitectura, Centro de investigaciones en Arquitectura y Urbanismo, Seminario de Arquitectura Prehispánica. México, 29-38.

Ramírez de Alba, Horacio, Ramiro Pérez Campos y Heriberto Díaz Coutiño. 1999-2000. «El cemento y el concreto de los Mayas». En *Revista Ciencia Ergo SUM*. 6:3 noviembre 1999-febrero 2000.

Villalobos Pérez, Alejandro. 2001. «La falsedad del falso arco maya». En *Bitácora Arquitectura*, 5 mayo-septiembre. Facultad de Arquitectura UNAM. México, 4-13.

Est unicum: la iglesia de San Julián de Vallfogona de Ripollès

Miguel Ángel Chamorro Trenado
Jordi Salvat Comas
Sonia Puig Aguilera

En esta comunicación analizaremos la construcción de la antigua iglesia parroquial de San Julián de Vallfogona de Ripolles desde sus orígenes hasta el siglo XX. El análisis de esta iglesia nos permite reseguir el proceso constructivo utilizado por nuestros predecesores en la ejecución de edificios religiosos. Se trata de un caso único ya que actualmente aún se mantienen en pie partes del edificio románico, gótico y barroco siguiendo la secuencia cronológica de su construcción (figura 1).

Es cierto que tenemos ejemplos documentados de este proceder en la construcción de templos, sobretodo góticos, pero en este caso el propio edificio es el documento vivo que nos permite constatar esta práctica constructiva. Aunque partes del edificio no aparecen citadas por la documentación conservada en el Archivo y Biblioteca Episcopal de Vic, la inspección visual del edificio nos permite rellenar las lagunas documentales y así poder restituir desde, prácticamente sus inicios, las diferentes fases de la historia de la construcción de esta singular iglesia.

La iglesia se encuentra en el término municipal de Vallfogona en la comarca del Ripollès, delimitado por Sant Joan de les Abadesses y Puigsec al norte, al sur con el término de Vidrà – antiguamente compartían dominio nobiliario – al oeste con Ripoll y al este con el municipio de Riudaura ya en la comarca de la Garrotxa.

El valle que forma la parte colonizada inicialmente estaba atravesado por la Vía o Strata Francisca, el viejo camino francés, que iba de la Garrotxa al Ripollès por el puerto de Cannes y proseguía hacia Riudaura. Los primeros lugares mencionados del valle son las villas rurales de Arig, Toulouse, Bosquerons y Francó, que más tarde se transformaron en importantes masías, o se repartieron en pequeñas propiedades.

Las iglesias primigenias

En los mismos inicios del cenobio de San Juan las Abadesas, Vallfogona fue una sus principales zonas de expansión, recordamos que se encuentra en la parte sur de los dominios una vez franqueada la cordillera que los separa visualmente. Ya en el acta de consagración monástica, en el año 887, la Valle Fecunda es el límite meridional del alodio principal del monasterio a partir del 900 comienza un larga serie de donaciones, dotaciones, compras y canjes (Bolòs 2001, 96).[1]

Fundación de la primera iglesia

Los primeros datos de la iglesia aparecen en el 896, cuando el monasterio de Sant Juan de les Abadesas ya poseía alodios y tierras en Vallfogona. El monasterio a lo largo del siglo X con las actuaciones realizadas por las abadesas Emma y Ranlo, acumulan propiedades hasta llegar a ser el Señor alodial de la mayor parte del término; el conde de Besalú y obispo de Gerona Miró II Bonfill las reconoció y amplió en

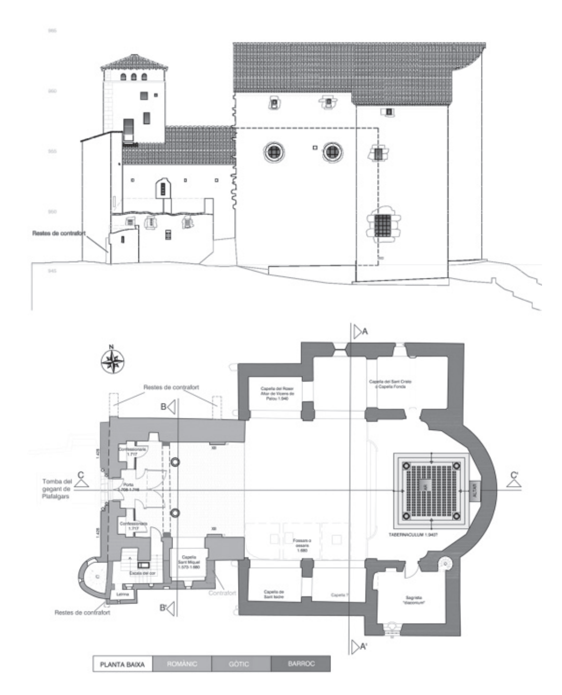


Figura 1
Planta con la indicación de las diferentes épocas e intervenciones y alzado sur (Jordi Salvat)

970 cuanto cedió a San Juan de las Abadesas los derechos que tenía al suroeste del término y en la vecina parroquia de Llaés (Bolòs 2001, 97).[2]

Existen crónicas documentadas desde el 919 de un templo anterior, posiblemente de estilo prerrománico, al edificado por la abadesa Ranlo y que después de diferentes modificaciones como veremos en la cronología del templo (figura 2), es la parte románica-gótica que actualmente se aprecia.

En el siglo XII al extinguirse la comunidad femenina de San Juan de les Abadesas (1017), recuperó el dominio de la iglesia el vizconde de Besalú, señor del lugar de aquella época, y el 1083 fue restituida a la comunidad canonical que continuó la vida monástica. Bajo la protección de los abades canonicales se hizo la reedificación del siglo XII, esta consistió en la erección de una iglesia de una nave dividida por arcos torales y contrafuertes para contrarrestar los empujes en la parte exterior además se realizó una magnifica portalada con arquivoltas cuyo estado de conservación en la actualidad es pésimo.

En el siglo XIV, reinando Alfonso el Magnánimo, una serie de devastadores terremotos fechados entre febrero 1427 y junio de 1428 (Riera 2011, 700), cuya intensidad estimada fue entre IX y X de la escala MSK (escala Medvedev-Sponheuer-Karnik, también conocida como escala MSK o MSK-64), los más destructivos e intensos acaecidos en el nordeste peninsular hasta la fecha, dañaron seriamente la iglesia de San Julián de Vallfogona. Concretamente la bóveda de medio punto románica se hundió y fue reconstruida por los Señores de la zona Bernat y Ramón Galceran de Pinós. La bóveda de medio punto se substituyó por una bóveda apuntada ligeramente más alta que la anterior, de ligero estilo gótico, manteniendo los arcos torales. La fachada principal se dobló y se incorporaron a la portalada los pilares circulares y arcuaciones exentas sobre capiteles trabajados con motivos agrícolas i símbolos nobiliarios de los señores de Pinos (piñas). El doblado de la fachada principal debió ir relacionado con la mejora de la espadaña que cobra mayor cuerpo y altura (figura 1).

En el 1621 consta en las actas que existe un estado de ruina declarado debido al poco mantenimiento que los feligreses dedicaban al templo, en la documentación no se explica el grado de reconstrucción que realiza Joana Francisca de Pinós. Según el análisis de la obra podemos considerar como hipótesis que se amplió de nuevo el grueso de la bóveda y se repararon diferentes asentamientos y grietas provocados por la base de cimentación del conjunto, yeso o sulfato de calcio hidratado mezclado con otros componentes.

Cerca del 1700 se forman diferentes cuerpos menores, el coro con su escalera de obra, los confesionarios, la torre escalera de acceso al campanario, la conversión de la espadaña en un campanario más pesado y la aparición de pequeñas capillas laterales como la de San Miguel y la reparación de las bóvedas de la que quedan restos en la parte sur de la planta románica (ABEV. Libros de visitas 1753, 99).[3] Junto a la escalera del coro, existe otra que está documentada que seguramente quedo absorbida por los derribos provocados por la ampliación del templo barroco popular (figura 1 y 3).

Entre los años 1690 y 1702 se produjeron dos hechos de capital importancia, uno la construcción de la Iglesia sobre el antiguo Oratorio de Nuestra Señora de la Salud, con el desvío de los recursos de la obra de San Julián y dos, la disminución de la pobla-

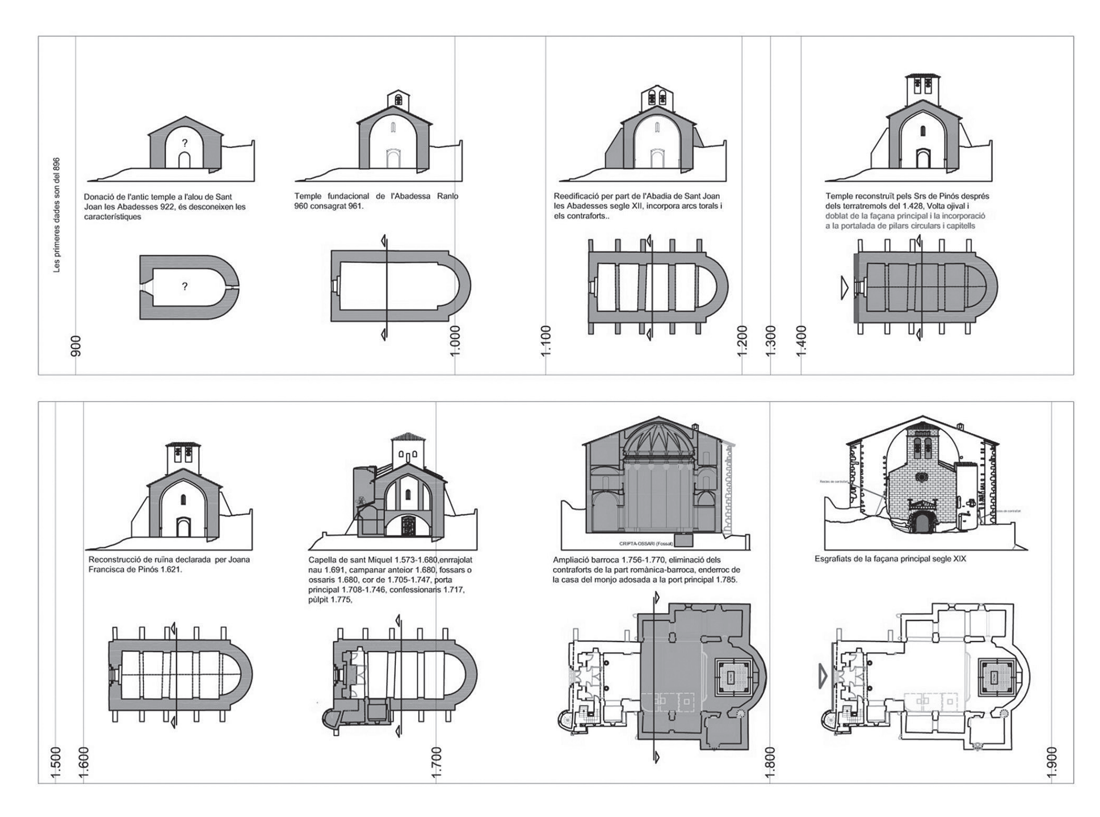


Figura 2
Cronograma con la indicación de las diferentes épocas e intervenciones (Jordi Salvat)

ción y la consecuente disminución de censos y aportaciones económicas para el templo barroco.

La construcción en los siglos XVII y XVIII

Existe un punto de inflexión en la investigación documental sobre la construcción de la Iglesia parroquial de San Julián de Vallfogona de Ripollés ya que en el 1.730 los libros de la obra determinan que vinieron un grupo de maestros de la ciudad de Barcelona para determinar la mejor posición de la nueva iglesia parroquial: «Mestres que vingueren per mirar a on estaria millor la Iglesia parroquial» y «Item se ha gastat en casa Eudalt Verges per fer lavida als mestres que vingueren per mirar ahon estaria millor la Iglesia parroquial.» (ABEV. Libro G(1), 123v).[4]

Una vez decidida la localización se inició el nuevo templo barroco por la parte posterior del ábside del antiguo templo. Y si entendemos que los templos primitivos se fundaban según unos parámetros preestablecidos, la orientación partiendo del norte geográfico terrestre determinado según los solsticios de verano e invierno y la forma determinada a partir del cuadrilátero solsticial y las medidas áureas, tal y como aparece en el modelo de la figura 4 que se ajusta al templo románico analizado. La ampliación se produce habitualmente por la parte del ábside (este), se separa prudentemente y en función del nuevo cuadrilátero solsticial se construye la primera crujía que abarca el ábside y el primer arco toral. Esto permite cerrar el conjunto a tres caras, a medida que el edificio antiguo de menor dimensión y altura, quedaba cubierto por la nueva nave barroca permitiendo el derribo de la situada bajo esta; en este caso la zona

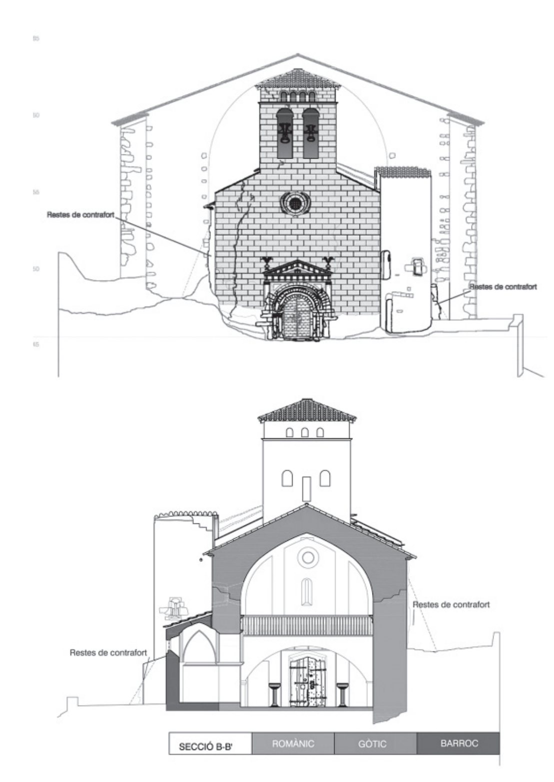


Figura 3
Fachada oeste, románico-gótica, con la fachada principal decorada sobrepuesta sobre la fachada provisional barroca, sección de la misma parte del edificio con la indicación de las diferentes épocas e intervenciones (Jordi Salvat)

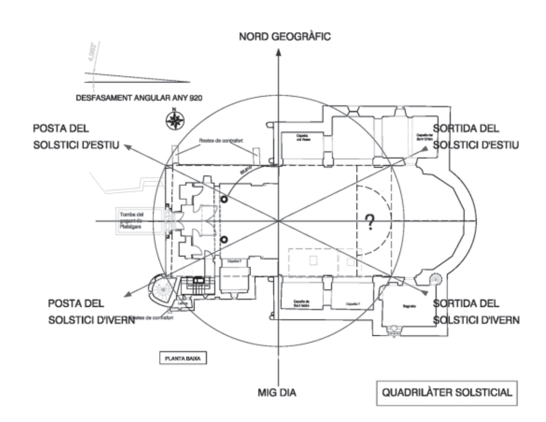


Figura 4
Orientaciones solares de la planta del edificio, superposición del templo románico sobre el barroco corroborando el cuadrilátero solsticial, cálculo del desfase angular entre el ano de fundación y la actualidad (Jordi Salvat)

del ábside románico-gótico. Este proceso permite mantener en uso el templo, se mantiene sacralizado y se realizan todos los ritos. En San Julián de Vallfogona esta actuación abarca tres crujías de la nueva iglesia barroca quedando por ejecutar aproximadamente la mitad de la antigua edificio según nuestra hipótesis de diseño.

Al comenzar la ampliación barroca se tuvieron que eliminar los diversos contrafuertes del edificio románico-gótico ya que impedían la construcción del nuevo muro de la iglesia barroca. La eliminación de estos provocó diferentes problemas de desplazamientos longitudinales producidos por los empujes de las bóvedas y los arcos torales. El cuerpo barroco se irá adaptando tal como se puede observar en la planta de la figura 1, a la morfología de la roca madre de cimentación, que recordemos es de yeso y a las canalizaciones del agua de escorrentía de los campos superiores.

Tal como la podemos ver hoy en día la parte barroca deja presentadas grandes piedras careadas que sobresalen en las esquinas, siguiendo la dirección de los muros exteriores, a modo de ligadas, para su posible continuación que nunca llego a realizarse, queda detallado en el alzado de la figura 1. El espacio que queda entre la cubierta del edificio antiguo y el arco toral que determina la próxima crujía que se tenía que construir, esta tapiado con un muro simple de mampuestos de piedra con un rosetón provisional de poco grueso, unos 45-50 centímetros, comparado con el grosor del resto de los muros del templo barroco (figura 3).

Actualmente existen tres crujías más la zona del ábside, circular por el exterior i poligonal por el interior. Las luces de separación son de 4,30 metros en el ábside, 6,00 metros en el primer tramo y dos de 5,00 metros sumando con los gruesos un total de 20,41 metros. Con la proporción solsticial o aurea el templo podría haber tenido una longitud de 47,56 metros sin tener en cuenta la posible existencia de una galilea.

La hipótesis en que trabajamos en el templo de base románica nos indica que la longitud prevista sería de 22,77 metros, sin contar el doblado de la fachada que se construyó sobre el 1450. Siguiendo las

pautas de construcción de las crujías barrocas y ajustándolo a las proporciones, el resto de templo barroco que quedo por construir tendría 22,81metros por lo que prácticamente doblaría la longitud del templo románico primitivo.

La construcción de la ampliación de estilo barroco popular abarca los años 1756 al 1764 en que como hemos dicho anteriormente se construye el ábside muy robusto y simple en la zona este, y dos crujías más. El 20 de febrero de 1766 se liquida (100 libras barcelonesas) los importes pendientes del destajo acordado a los maestros de casas tal como se indica: «Lo die 20 fabrer se a pagat a Jordi Ordeig, a Isidro Valls de Ridaura y a Emanuel Sobraroca de Vallfogona tots mestres de cases a boncompte de la última paga del preu fet de la Iglesia consta rebuda.» (ABEV. Libro G(1). Fragmento 18).[5] Indicando claramente que se recibe y liquida económicamente la obra, por lo que esta fecha es la de finalización de la ampliación barroca. Nos deja un edificio a medio construir con volúmenes y formas poco ortodoxas, que nos permiten analizar el lento discurrir de las obras de construcción realizadas en esta iglesia desde su origen en el siglo IX hasta nuestros días, en ella queda reflejada como en un lienzo los diferentes estilos populares que dominan la zona, separados por unas finas líneas que el estudio documental y técnico nos permiten determinar.

Obras posteriores

Las intervenciones posteriores de menor relevancia abarcan un sinfín de pequeñas obras de mantenimiento combinadas con otras de mayor envergadura, básicamente decorativas.

La portalada principal de entre los siglos XII y XV estuvo protegida por lo que se llamaba la casa del monje, una simple construcción a dos niveles que protegía de las inclemencias del tiempo el acceso a la iglesia y a la vez albergaba la vivienda del monje encargado de su protección y mantenimiento. Los datos de que disponemos no nos permiten determinar con fiabilidad como era esta construcción, aparentemente se accedía a dos niveles de la torre-escalera que comunicaba directamente con la cubierta y el campanario. Existen noticias que después de insistir durante varios años se procede a su derribo: «1785 s'enderrocà la casa del monjo, que estava edificada davant de l'església, format un atri o porxo» (ADV. Libro de visitas año 1611, hoja 9).

La desaparición del edificio adosado a la fachada principal, permite la decoración de esta. Una fina capa de revoco de arena fina de río, con pintura lineal a la cal a modo de grafías crea un almohadillado, frisos, cornisas, arquitrabes, capiteles, columnas y todo tipo de elementos arquitectónicos de la antigüedad clásica realizado sobre el año1900 tal como queda plasmado en la fachada principal (figura 3).

Durante la Guerra Civil Española (1936-1939) como sucedió en otros lugares de la geografía peninsular se produjo la pérdida de los altares principal y los de las capillas laterales.

En la posguerra se intenta recuperar el culto en condiciones más favorables, en 1940 existe un graffiti en la parte posterior del altar reconstruido de la capilla del Rosario, en este consta que lo realizó el maestro albañil Vicens Basagaña Vaquer, conocido como Vicens de Palou. En 1941 se construye el tabernáculo, existe documentación sobre el contrato entre la casa consistorial y el mismo maestro albañil para la construcción del altar mayor de la iglesia de San Julián, como obras de carácter urgente debido al mal estado del altar existente (destruido durante la guerra civil). El valor de las obras es de 4.000 pesetas que corresponden a la mano de obra, ya que la Comisión de Reparación aportará todos los materiales necesarios. La construcción se realizará sobre parte del altar anterior, cimentación de alguna de las columnas. Las obras se realizaran según los planos realizados por un arquitecto cuyo nombre se cita.

En el año 1970 la caída de un rayo en la esquina sureste de la ampliación barroca, desprende las piedras careadas en más de la mitad de la altura, este hecho y el poco mantenimiento del edificio provoca el derrumbe de parte de la cúpula del ábside y el desprendimiento de sectores de las bóvedas, con grandes afectaciones estructurales. Las diferentes intervenciones realizadas a final del siglo XX y las del siglo XXI consiguen consolidar las cubiertas y mantener un precario equilibrio de la estructura de la cubierta barroca.

Conclusiones

La mayoría de edificios religiosos antiguos han sufrido y sufrirán modificaciones y cambios importantes en su

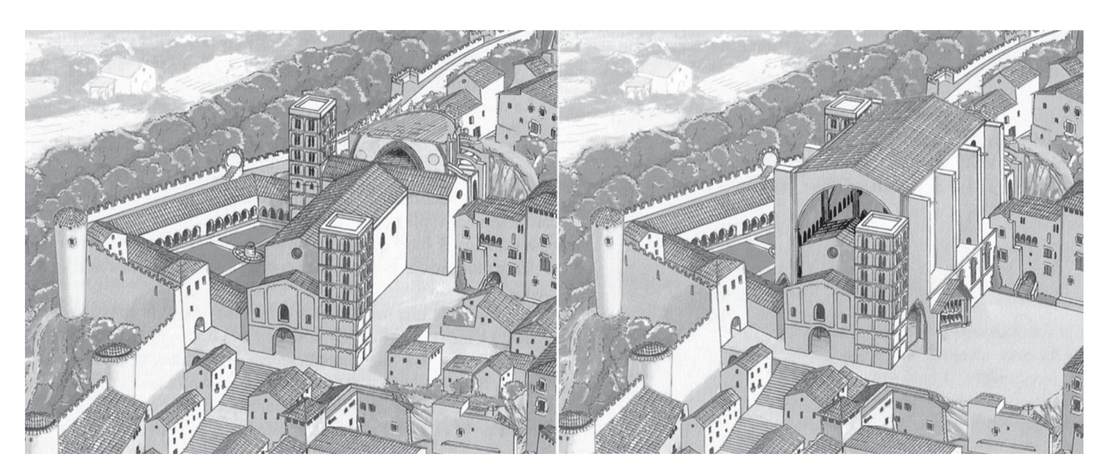


Figura 5
Restitución de convivencia de la seo románica y la gótica de Girona. (Freixas et altri. 2000, 106)

estructura, volumen y estilos arquitectónicos. Los cambios obligados por los desperfectos producidos por las guerras, fenómenos naturales, falta de mantenimiento y los cambios sociales en la propia iglesia y en el arte que los envuelve producen una transmutación de pequeños volúmenes, a los que se les añaden otros más amplios con nuevas técnicas y estilos. Esta transmutación pocas veces queda fijada en el tiempo ya que la mayoría es un compendio de modificaciones que suelen formar un todo más o menos coordinado.



Figura 6
La Pietat de Pere Matas. (Freixas et altri 2000, 106)

Un claro ejemplo sería el producido en la construcción de la catedral de Girona, en la que las diferentes investigaciones han determinado que el proceso de transición del edificio románico al gótico-barroco se realizó de la forma explicada anteriormente. Como se puede apreciar en la figura 5 donde queda reflejado de forma muy gráfica este proceso. Ha sido posible corroborar esta forma de intervenir en la catedral gerundense gracias a la existencia de un cuadro de Pere Mates conservado en el Museo de Arte de Girona (figura 6) donde podemos apreciar que a mediados del siglo XVI aún no está terminada la catedral gótica y esta coexiste con restos de la catedral románica.

Habitualmente el edificio que ha llegado hasta nuestros días, es un edificio totalmente acabado – a pesar de las dificultades económicas para su realización durante su largo periodo de construcción – donde conviven diferentes estilos arquitectónicos formando un conjunto relativamente homogéneo. No es el caso del edificio que presentamos en esta comunicación. En este templo han quedado perfectamente plasmados los diferentes estilos arquitectónicos – desde el románico al barroco popular – ya que no pudo ser acabada la parte barroca, faltando aproximadamente dos crujías para cubrir el espacio ocupado por la parte románica, que hubiera homogeneizado el conjunto. Esto hace que en la iglesia de San Julián de Vallfogona podamos reseguir el proceso de las diferentes intervenciones realizadas, especialmen-

te la barroca de estilo popular, convirtiéndose el edificio en fuente documental, verificando las diferentes teorías de ejecución de estos templos que aparecen en los documentos escritos.

Notas

1. «Una bona quantitat de documents que ens han arribat fins avui ens parlen de petites terres de conreu, d'horts, de vinyes, de molins, així com de vil·les i vilars moltes vegades obtinguts per aprisió en els anys inicials de la colonització carolíngia–, i permet d'entreveure l'existència de tota una política d'adquisició i de concentració de propietats a Vallfogona per part del cenobi de Sant Joan al llarg dels segles IX i X» (Bolòs 2001, 96). [Traducción: «Una importante contidad de documentos que nos han llegado hasta hoy nos hablan de pequeñas tierras de cultivo, de huertos, de viñedos, de molinos, asi como de villas y villares muchas veces obtenidos por apropiación en los primeros años de la colonización carolíngia–, y permite entreveer la existència de una política de adquisicion y concentración de propiedades en Vallfogona por parte del cenobio de San Juan [de las Abadesas] a lo largo de los siglos IX y X.»]
2. «El 954, en rebre com a dot d'Enquília drets al terme del castell de Llaés, limitava i alhora consolidava per la banda de migdia els amplis dominis de Vallfogona. Pocs anys més tard, el 959, la mateixa abadessa aconseguí que el levita Miró, futur compte-bisbe, donés al cenobi les terres de la Tolosa, completant així el domini al llarg de la riera de Vallfogona.» (Bolòs 2001, 97). [Traducción: «El 954, al recibir como dote de Enquilia derechos del termino del Castillo de Llaés, limitava y al mismo tiempo consolidava por la parte de mediodia los amplios dominios de Vallfogona. Pocos años más tarde, el 959, la misma abadessa consiguió que el levita Miró, futuro conde-obispo, donara al cenobio las tierras de la Tolosa, completando así el dominio a lo largo de la riera de Vallfogona.»]
3. «A los obreros mandamos, que compongan / las Bovedas de la Iglesia Parroquial / desde el Arco, que esta cerca del choro, has / ta la Pared, que esta cerca del Altar Mayor / las blanqueen, y tapen los oyos del suelo, y / lo mismo haran en la sachristia.» ABEV. *Visita Pastoral a Sant Julià de Vallfogona de Ripollès*, 1753 número 25.
4. [Traducción: «Maestros que vinieron para mirar donde estaria mejor la iglesia parroquial.» y «Item se ha gastado en casa Eudalt Verges para hacer la vida los maestros que vinieron para mirar donde estaria major la Iglesia parroquial.»]
5. [Traducción: «El dia 20 de febrero se paga a Jordi Ordeig, a Isidro Valls de Ridaura y a Emanuel Sobraroca de Vallfogona todos maestros de casas a buena cuenta de la última paga del destajo de la Iglesia consta recibida.»]

Lista de referencias

ABEV (Arxiu i biblioteca Episcopal de Vic) *Libros de la administración de la obra*, siglos XVII i XVIII.

ABEV (Arxiu i biblioteca Episcopal de Vic) *Visites pastorals a Sant Julià de Vallfogona* (*Visitatio Generalis Eclesiae Cathedralis*).

Bolòs i Masclans, J. 1998. *Atles del Comtat de Besalú 785-988*. Barcelona : Rafael Dalmau.

Bolòs i Masclans, J. 2000. *Diccionari de la Catalunya medieval, segles VI-XV*. Barcelona : Edicions 62.

Bolòs i Masclans, J. 2001. *Atles del Comtat d'Osona 798-993*. Barcelona: Rafael Dalmau.

Bonvin J. y R. Montercy. 2001. *Eglise Romane, chemin de lumière: l'orientation et le sacre*. Roanne: Mosaïque éditions.

Clotet, J. 1985. *Ressenya històrica de Nostra Senyora de la Salut que's venera en la parròquia de S. Julia de Vallfogona, Bisbat de Vich: va anyadida una devota novena de la santísima verge*. Vic: Imprenta y libreria de Joan Soler.

Ferrer i Godoy, J. 2009. *Diplomatari del monestir de Sant Joan les Abadesses (995-1273)* Barcelona, Fundació Noguera, Diplomataris, 43.

Freixes P; J. M. Nolla; Ll. Palahí; J. Sagrera y M. Sureda. 2000. *La catedral de Girona. Redescobrir la Seu romànica.* Girona: Ayuntamiento de Girona.

Montsalvatge y Fossas, F. 1908. *Nomenclátor histórico de las iglesias parroquiales y rurales, santuarios y capillas de la provincia de Gerona*. Colección Noticias Históricas. Olot : Juan Bonet, 16-18.

Pladevall, A. 2005. *L'art gòtic a Catalunya: El corrent internacional*. Barcelona: Enciclopèdia Catalana, S.A.

Puig i Cadafalch, J.; de Falguera, A.; Goday i Casals, J. 1911. *L'arquitectura romànica a Catalunya***.** Volumen 3. Barcelona: Institut d'Estudis Catalans.

Riera, Antoni. 1999 «Catàstrofe i societat a la Catalunya medieval: els terratrèmols de 1427-28». *Acta historica et archaeologica mediaevalia*, núm.: 20-21, 699-735.

La modernización constructiva en Belém, Pará, Brasil, en las primeras décadas del siglo XX

Celma Chaves de Souza
Rebeca Dias Rodrigues

Se presentan en este artículo algunas consideraciones sobre la emergencia de un nuevo espacio construido entre los años de 1940 y 1950 en la ciudad de Belém, Pará, Brasil. Este texto analiza las transformaciones en las formas de la arquitectura de viviendas, resultado de un cambio de hábitos en el espacio doméstico y de una condición económica privilegiada de un grupo social específico. Este cambio aparece, ora como contrapuesto a los esquemas eclécticas de las casas del final del siglo XIX, ora adoptando aún soluciones de esta arquitectura, como si verá en el análisis comparado que este texto presenta.

Las concepciones que relacionaban la arquitectura moderna a sinónimo de funcionalidad y racionalidad, fueron asimiladas en otros países, como si observan en las regiones más apartadas de su centro de diseminación, como es el caso de la ciudad Belém. Sin embargo, desde la década de 1930 el contexto socioeconómico y político y el valor productivo de la arquitectura se transformaron. En el caso de Brasil, la producción de ese período estuvo, inicialmente, asociada a un proceso de modernización institucional del «Estado Novo», materializado en una arquitectura «Art Decó» de líneas regionalizadas y empujes de verticalismos (Segawa 1999).

En Belém, en las primeras décadas del siglo XX, se expresa un eclectismo representado en variadas tipologías de viviendas como sean las casas de «porão alto», los «bangalôs» los «chalets» y en estilismos formales. La permanencia de algunas de estas tipologías y las nuevas tendencias formales entre las décadas de 1930 y 1950, indican un cambio, que será intermitente, pero tiene su significación. Ese cambio forma parte de un proceso predominantemente modernizador, presente, en aquel período, en arquitecturas de diverso países de Latinoamérica.

Esta nueva arquitectura, de ideario moderno, tendrá como referencias aquellas comúnmente conocidas a través de la historiografía canónica que fue descrita y clasificada en los llamados manuales de la historiografía de la arquitectura moderna (Pevsner, Zevi, Giedion, Benévolo), como bien explicado por Tournikiotis (1999). En los llamados «países periféricos», la manera como esas expresiones arquitectónicas fueron siendo adoptadas, también son temas recurrentes en varios estudios que reinterpretan la noción simplificada de influencia o de mera adopción acrítica y reproducción formalista de los conceptos y concepciones de aquellas. Esas contribuciones tratan de la pertinencia de adoptarse categorías como «arquitectura moderna», «movimiento moderno» o «vanguardias modernas» a arquitectura producida en estos países, puesto que presentan sus variantes funcionales, simbólicas y formales. Esas variaciones de los lenguajes modernos ya fueron objeto de ponderaciones desde Tafuri e Dal Co (1989), Jencks (1991), hasta los últimos ensayos de Coulquhoun (2005) y Cohen (2010), que amplían el campo de análisis de la arquitectura moderna, sea cuestionando los términos vigentes, sea incluyendo nuevas perspectivas de análisis en obras aún poco contempladas por la historiografía.

Cuando se aborda la arquitectura moderna realizada en Latinoamérica,[1] nuevos temas salen a la luz, como la cuestión ya bastante mencionada de «nuestra modernidad». ¿Lo que sería esa modernidad latino americana? Autores como Browne (1988) y Fernandez-Cox (1991) ya nos recordaban que, además de la estricta «adaptación» de las obras al «contexto» lo que si observaba en esas modernidades, era su sentido de apropiación. De esa concepción de «modernidad apropiada» o de «otras modernidades» muchas discusiones ocurrirían desde la década de los años 1980 hasta la el presente.[2]

En geografías más distantes, como la ciudad de Belém, en la Amazonía brasileña, esas cuestiones presentan nuevos y desafiadores aspectos. ¿Cómo categorizar una arquitectura que daba sus primeros pasos para la actualización formal y funcional en inicios de la década de 1950, y que se realizaría al margen de los debates intelectuales emergentes en el propio país, o de sus procesos de industrialización? ¿Es pertinente todavía categorizarla de «modernidad apropiada», o de cualquiera otro rótulo?

Cuando se observan cambios que configuran una modernización de los procesos constructivos que hasta entonces se expresaban mayoritariamente en la arquitectura del eclecticismo del período que se denomina de «Belle Époque», en Belém, y que se desarrolla del final del siglo XIX hasta aproximadamente los años 1920, la ciudad atravesaba un período de franca recesión económica (Penteado 1968). No existían industrias fuertes y los dividendos de la goma habían desaparecido con la debacle de su exportación y con el pago de las deudas contraídas por el alcalde Antônio Lemos, gestor de la ciudad en ese período. En ese escenario, lo que propone Gorélik (2006) para analizar la realidad de muchas ciudades latinoamericanas nos parece adecuado para el caso de Belém. Afirma el autor que para comprender una modernidad de Provincia é imperativo colocar en cuestión la idea unívoca de modernidad, romper con las series interpretativas en las cuales la modernidad se inscribe en un sistema explicativo homogéneo. En esa dirección, la hipótesis que cuestiona la afirmación de una modernización continuada de las diversas dimensiones de una dada realidad, y la afirmación de una asincronía entre las transformaciones políticas, económicas y culturales y las formas expresivas y simbólicas en la sociedad, parecen corresponder con la realidad encontrada en Belém.

Así, ideaciones y formas se expresaron antes que los procesos, evidenciando «vivencias diferenciadas de modernidades, situadas por afuera y arriba de los límites de la geografía, del tiempo y de la clase social y de las culturas locales» (Müller 2011, 17). Se constata que, aunque haya habido un distanciamiento histórico-temporal de los países y regiones que no experimentaron un proceso de industrialización con relación a los centros donde ésas ideas habían sido impulsadas, es posible afirmar que también hubo, en las producciones arquitectónicas periféricas, la adopción de ideales y aspiraciones de racionalidad y funcionalidad. En ese sentido, la ausencia de debate local sobre ese tema no impidió la herencia e incorporación de elementos de una cultura arquitectónica moderna (Chaves 2005, 76).

Teniendo en cuenta estos hechos, se intenta identificar a través de las formas y soluciones espaciales de los proyectos de residencias del ingeniero y arquitecto Camilo Porto de Oliveira, las matrices comunes de esa segunda modernización basada en las formas modernas, a la vez que se buscan sus fundamentos eclécticos, que al final, son también trazos de otra período que aquí llamaremos de primera modernización.

Nuevas construcciones y viejas formas de morar: consideraciones comparadas

El proceso que aquí denominamos de primera modernización de la ciudad de Belém, se inicia aún en el siglo XIX, sostenido por los dividendos de la economía gomífera (Sarges 2010; Castro 2008). Arquitectónicamente, se ha reflejado en construcciones de lenguaje ecléctico. La segunda modernización se identifica con el empuje constructivo de la década de 1930, como se ha visto anteriormente. Dos décadas más tarde, esa matriz modernizadora pasaría a ser los nuevos edificios de apartamentos y las residencias para la burguesía local. En ese período, de 1952 a 1956, de creencia en el desarrollo, durante el gobierno federal y de la capital de Pará, la situación socioeconómica posibilitó el surgimiento de estratos sociales, constituidos por profesionales liberales y comerciantes, y provocó la inevitable adquisición de nuevos hábitos culturales y urbanos. Las construcciones presentarían nuevas composiciones y expresarían el sentido de modernidad de estos nuevos grupos,

inspirando un deseo de renovación, pero también de retorno a una modernidad ya experimentada en el inicio del siglo XX durante la llamada «Belle Époque».

En Belém, los «bangalôs» eclécticos se volvieron anacrónicos para las nuevas necesidades funcionales y simbólicas de aquel grupo, lo que ha valorizado las casas que presentaban una actualización en elementos y soluciones del repertorio moderno (Chaves y Melo 2013; Chaves y Machado 2013). Ese repertorio estaba alejado de las condiciones materiales y aspectos culturales locales para aquel momento, pero era un aspecto de diferenciación de esta élite con relación a los otros grupos sociales.

Las modificaciones en las soluciones de residencias unifamiliares ocurrirían de forma más lenta, comparadas a los edificios en altura. Estos cambios, se dieron desde el final de los años 1940, década en la cual empieza a destacarse la producción del ingeniero Camilo Porto Oliveira (1923-2004). En sus viajes para Rio de Janeiro y São Paulo, este ingeniero construyó su repertorio arquitectónico basado, sobretodo, en los nombres más conocidos de la Arquitectura Brasileña de aquel período (Chaves 2008, 155), y fue responsable de producciones emblemáticas, antes mismo de la obtención de su diploma de arquitecto en 1966, y de la implantación de la carrera de Arquitectura en 1964.

En la casa ecléctica, el espacio de las actividades domésticas, destinado a las mujeres y localizado fuera de las vistas de los moradores o visitantes (figura 1), está en la parte posterior, y aún se encuentra en algunas casas modernas de la década de 1950, como en dos casas de Porto de Oliveira (figura 2). Sin embargo, la población de Belém aún estaba anclada en la arquitectura tradicional, lo que obligaba a Camilo Porto la utilización esto métodos en sus proyectos, como el ladrillo aparente, pilares y tejas de barro. Se confirma en ese caso, como «... parte de la historia de la arquitectura moderna de Brasil se constituye, por tanto, de una lectura del modo como tecnologías de construcción originarias fuera del país fueron adoptadas, modificadas o rechazadas cuando introducidas en Brasil» (Condurú 2004, 58-59).

En 1949 en la casa Moura Ribeiro, el ingeniero abandona casi totalmente las formas del eclecticismo. La elección de la parcela para la construcción de esa casa se relaciona a la creciente iniciativa de adquisición de terrenos alejados del centro en la ciudad, en áreas de altos niveles y secas. Eso facilita un partido con juegos de volúmenes y formas geométricas. Se trata, pues, de una obra entre dos tiempos. Los proyec-

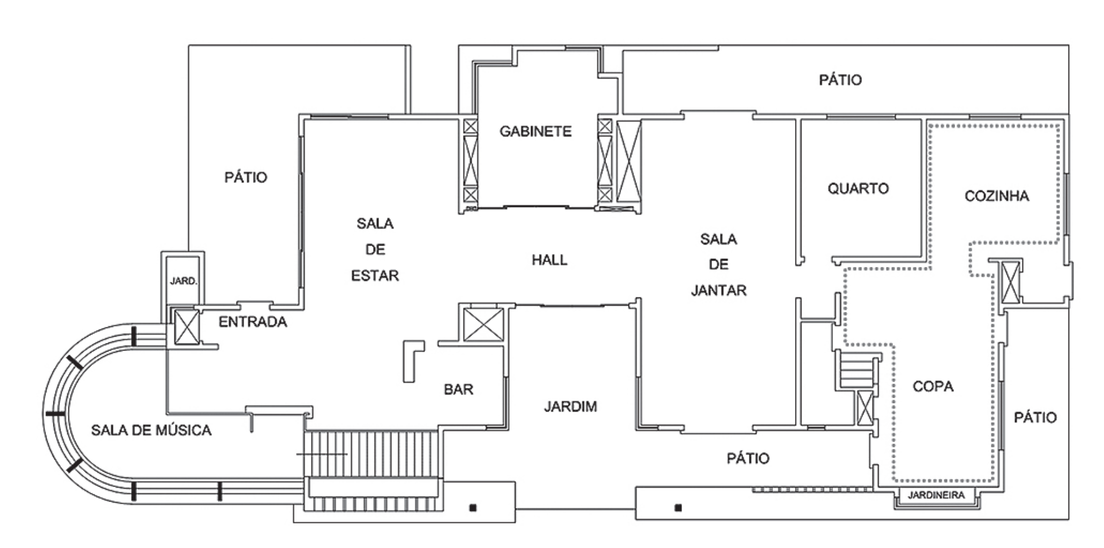


Figura 1
Redibujo —Planta baja del primer piso de la Casa Moura Ribeiro (1949), Camilo Porto de Oliveira— Realce de la localización de la área de servicio. (LAHCA - Laboratorio de Historiografía de la Arquitectura e Cultura Arquitectónica 2014)

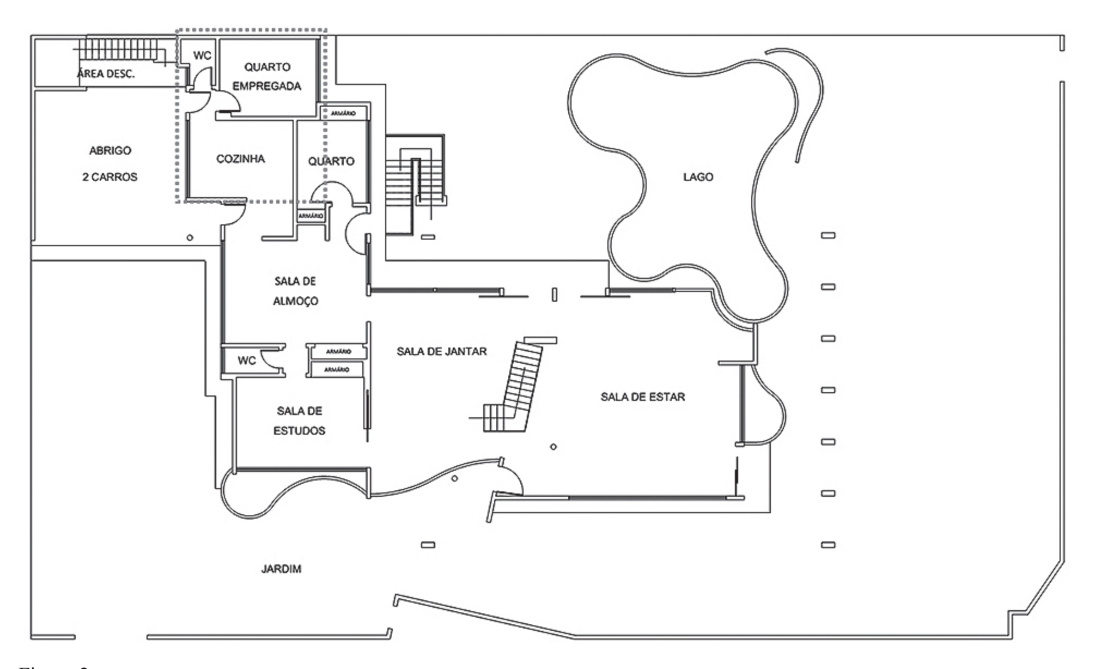


Figura 2
Redibujo —Planta baja del primer piso de la Casa Belisário Dias (1949), Camilo Porto de Oliveira— Realce de la localización de la área de servicio. (LAHCA - Laboratorio de Historiografía de la Arquiteótura e Cultura Arquitectónica 2014)

tos originales indican una clara intención de adoptar elementos de la arquitectura moderna, mientras, es clara su vinculación con algunas tradiciones constructivas, como la circulación linear (figura 3) en largos pasillos remetiendo a la distribución espacial de las casas del período colonial y del eclecticismo.

Sin embargo, también aparecen las circulaciones fluidas, en los vestíbulos (figura 4). Se evidencian nuevos espacios como lo despacho, ambiente de los profesionales adinerados que componían la parcela de clientes en potencial para los proyectos de Camilo Porto. La permanencia de la espacialidad ecléctica sigue con la sala de música y la rígida división entre los sectores de servicio y el social, segregando las actividades de mantenimiento y cocina de la zona social (Chaves y Machado 2013). Esa división puede ser percibida, de distintas maneras, en otras obras del ingeniero, como en las casas Bendahan, Belisário Dias y Chamié.

La estructura en hormigón y emplazamiento por en cima del nivel de la calle, para evitar la humedad (solución encontrada en las casas tradicionales), la separación de los límites del terreno, las marquesinas para la protección de la lluvia y de la incidencia solar, los cimientos impermeabilizados, revelan el intento de Camilo Porto en aproximarse a los procesos constructivos de una arquitectura vernácula.

En el caso de la casa de la arquitectura moderna, aunque la concepción sea distinta de acuerdo a cada obra y arquitecto, se puede afirmar que esta es potencialmente abierta y «no figurativa» (Norberg-Schulz 2005). Según este autor, los recursos compositivos empleados para lograrse esa «apertura» son comunes, —y algunos aparecen en las casas de Camilo Porto— generando interpenetraciones, la transparencia, la continuidad, la asimetría, el desplazamiento. Algunos elementos son emblemáticos en esa nueva arquitectura, como las marquesinas y demás cubiertas en voladizo, como se visualiza en la Casa Belisário Dias (1954), y las ventanas de esquina, en la casa Bendahan (figura 5).

En las residencias de ese período, en especial en las de Camilo Porto, había casi un determinismo tipológico, que se enfatizaba tanto en el aspecto for-

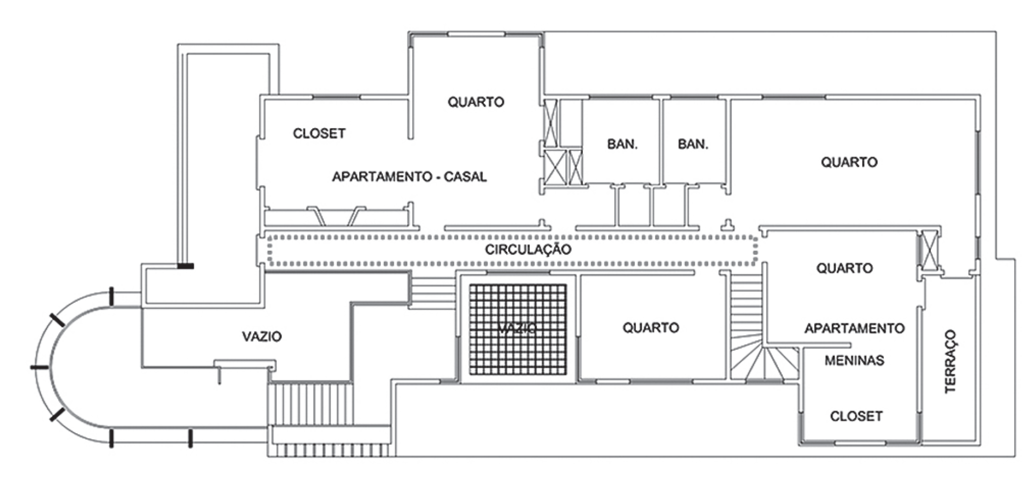


Figura 3
Redibujo —Planta baja del segundo piso de la Casa Moura Ribeiro (1949), Camilo Porto de Oliveira— Destaque de la circulación linear. (LAHCA - Laboratorio de Historiografía de la Arquitectura y Cultura Arquitectónica 2014)

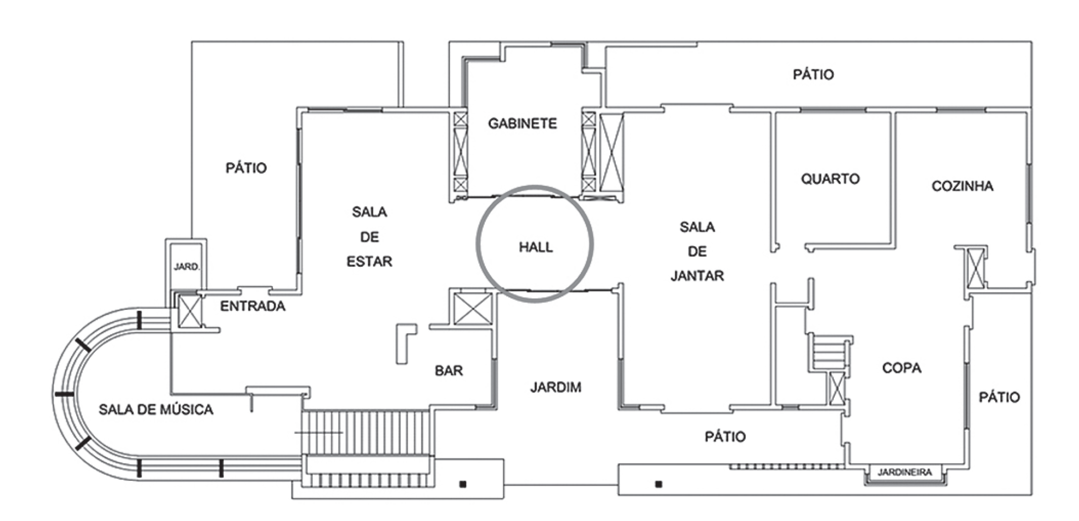


Figura 4
Redibujo —Planta baja del primer piso de la Casa Moura Ribeiro (1949), Camilo Porto de Oliveira— Destaque del vestíbu-

mal como en la funcionalidad. Asimismo, las repeticiones formales de sus obras se relacionaban a la racionalidad, viabilizando economía de tiempo y material, en vista del grande número de proyectos que le eran encargados. La pertinencia de esa solución como estándares de la nueva arquitectura, implicó un riesgo de utilización inconsciente de tales elementos, sin el debido entendimiento de sus papeles como parte de una composición significativa y abierta (Norberg-Schulz 2005, 92).

La circulación, en los inicios del siglo XX, en algunos casos, dispensaba el uso de pasillos, haciéndo-



Figura 5
Ventana de esquina en la Casa Bendahan (Déc. 50) - Camilo Porto de Oliveira. (Chaves, 2000)



Figura 6
Fachada de la Casa Belisário Dias (1954) – Camilo Porto de Oliveira. (Sá 2009)

se a través de puertas que comunicaban casi todos los ambientes de la casa entre sí (Coelho 2007, 60). Y eso también puede ser visto en la Casa Belisário Dias, en la cual el acceso a la habitación solo es permitido caso se atraviese el «closet», evidenciando la compartimentación y delimitación de actividades y ambientes de permanencias de las residencias eclécticas. En esta casa, la fachada que combina vigas en curvatura y una marquesina inclinada permite una integración interior-exterior, ya que éstos elementos en hormigón se prolongan desde la fachada, en una especie de marco, y adentran la casa.

Otras constantes del repertorio formal de Porto pueden ser vistas en la misma residencia, como las paredes onduladas con «brise-soleil» en la vertical (figura 6) y columnas en arco en su fachada principal, aportando beneficios térmicos y de iluminación. El uso de estos elementos remete a las soluciones de la «Escuela Carioca», especialmente el «cobogó» ampliamente utilizado por Lúcio Costa. Se encuentra también mención a Frank Lloyd Wright, en una «interacción fluida entre interior y exterior por medio de huecos continuos y elementos volados». (Norberg-Schulz 2005, 52). Nuevos materiales industrializados, traídos de otros estados brasileños permitirían la adopción formas expresivas que se refieren al tipo de cubiertas usuales como la abovedada (Iglesia San Francisco de Assis (1942) o la cubierta en «V» usual en Afonso Eduardo Reidy y Oscar Niemeyer.

En otra casa del ingeniero, la Chamié, también de los años 1950, la planta baja en «L» y las paredes en ángulos que marcan la volumetría de la casa no afectan la organización interna, que se dibuja en líneas rectas. Es clara la simplificación formal en la organización del espacio interno de esa residencia, diferenciándose de los otros proyectos de Porto de Oliveira en el centro de la ciudad en aquel mismo período.

Los conceptos de planta libre y forma abierta, dos aspectos interrelacionados y que convergen para un único fenómeno: la nueva arquitectura. «Una planta libre exige formas abiertas, y las nuevas formas abiertas constituyen la planta libre. Así surge una nueva clase de lugar que implica una simultaneidad de múltiplos informes». (Norberg-Schulz 2005, 92). Se afirma entonces que planta libre surgió para donar otro sentido a la vida humana en un mundo complejo, siendo por tanto, una forma de identificación con el nuevo mundo, bien como abre una gama de nuevas posibilidades espaciales, tornando «más fácil y más significativa la adaptación a las circunstancias loca-

les» (Norberg-Schulz 2005, 65). Camilo Porto hace un uso diríamos, «operativo» de estos conceptos, adecuándolos a las condiciones materiales, tectónicas y topográficas para alcanzar las expectativas de sus clientes.

En este proyecto, se definen desniveles internos de manera diferenciada con relación a las otras casas de Camilo. Aquí, el ingeniero se valió del dispositivo del «split level» (figura 7), un nivel de piso intermediario que según las propias palabras de Porto de Oliveira, había observado en las casas norte-americanas cuando estuvo allí entre 1951 y 1953. La referencia remetía indirectamente, por tanto, a los «raumplan» que Adolf Loos había creado, lo que resultaba en desniveles de división y alturas en sus interiores, así como ocurre en esa casa.

En los proyectos de Porto de Oliveira se realizan verdaderas manipulaciones constructivas y formales, desplazando, integrando y en algunos casos superponiendo diferentes ambientes para promover nuevas formas de utilización y convivencia en los espacios domésticos, provocando, o por lo menos intentando articular las aspiraciones domésticas burguesas a estos nuevos espacios. Su producción en estas dos décadas sugiere lo que los estudios en el área presentan como influencias de arquitectos exponentes de la Arquitectura Moderna Brasileña. La historiografía considera la «influencia» como un instrumento para la busca de afinidades proyectuales (Silva 2004, 16). Sin embargo, el concepto de influencia por veces sugiere una relación de ascendencia, privilegiando los arquitectos oficiales en detrimento de los arquitectos que adoptaron esas concepciones hegemónicas. Siendo así, es posible que en esa concepción de influencia, ocurra una cierta dificultad en la identificación de lo que de hecho sería una producción diferenciada con relación a las arquitecturas hegemónicas (Santos 2014, 20). Eso explica el motivo por lo cual, en el ámbito académico, Porto de Oliveira era acusado de imitar Oscar Niemeyer, por cuenta de su notoria afinidad proyectual asimilada desde sus visitas a la obra del arquitecto carioca.



Figura 7
«Split Level» en la Casa Chamié (Déc. 50) – Camilo Porto de Oliveira. (Chaves 2000)

El debate sobre los marcos conceptuales influencia, difusión y recepción, aparecen como necesarios para precisar la situación de la arquitectura analizada en este texto. Por un lado, la el concepto de difusión se aproxima al de influencia a la medida que considera el proceso de desarrollo de la arquitectura moderna en Brasil como un todo, sin considerar la diversidad y especificidades de las producciones modernas regionales (Santos 2014). Por otro, la recepción se muestra cómo una alternativa para «destronar la explicación de difusión de un movimiento artístico por irradiación de un centro mayor para otros «menores» en pro de un movimiento en red, admitiendo cambios e interacciones diversas» (Marques y Naslavsky 2011, 4). Se nota, asimismo, que la recepción es un concepto que saca el receptor de un papel pasivo, tornándolo agente en el proceso de comunicación, seleccionando y adaptando la información. Por tanto, las posturas arquitectónicas de estos receptores serían más críticas, lo que resultaría en propuestas convergentes o dispares. Así se puede observar en la obra de Porto de Oliveira un proceso de recepción que se enmarca en la selección de los elementos que él decide apropiarse y que están acorde con las expectativas de sus clientes y con su voluntad de integrarlas al contexto ambiental del sitio donde se emplazan.

La cubierta es muy relevante en las obras de Porto de Oliveira, y tal hecho puede ser notado en la Casa Bendahan (Déc. 50) – la estructura parte de la cobertura «mariposa», remetiendo a Maison Errazuris, de Le Corbusier - que se prolonga y define la estructura compositiva de la construcción, volviéndose el punto de partida del partido arquitectónico (Chaves 2008, 157). En la fachada, el proyecto original preveía una transparencia y apertura que permitía una relación más contundente con el exterior (figura 8), pero posteriormente fue vedado con un mural en mampostería. Esa actitud correspondía a la incipiente familiaridad de los clientes con las propuestas de las

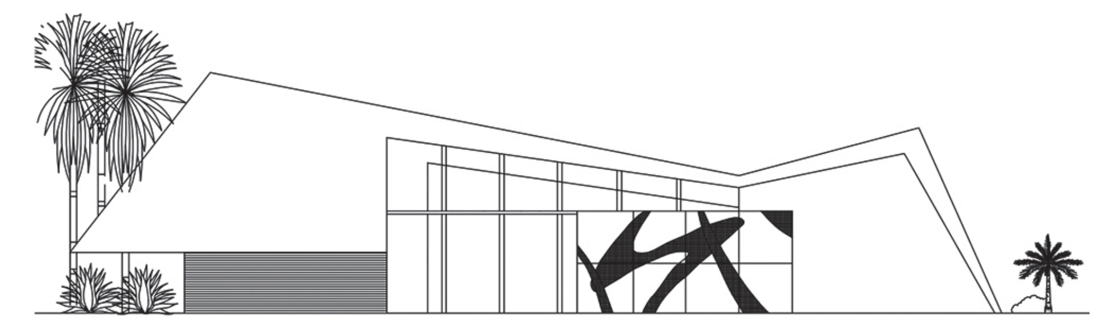


Figura 8
Redibujo —Proyecto original de la Casa Bendahan (Déc. 50)— Camilo Porto de Oliveira. (LAHCA - Laboratorio de Historiografía de la Arquitectura y Cultura Arquitectónica 2014)

viviendas modernas, las cuales, aún se consideraban demasiado osadas en las transparencias. Ese mural de piedra servía como apoyo para el vértice de la cobertura, siendo allí el local de colecta de las aguas pluviales por medio de tuberías. Sin embargo, una vez más el preciosismo formal no aunó con las tentativas de adecuación al clima tropical de la ciudad, o sea, tal recogimiento no estaba en conformidad al alto índice pluviométrico local.

Esta casa posee una volumetría yuxtapuesta y tiene como destaque en la fachada la prominencia sobre el jardín frontal. Ese volumen se extiende a las laterales de la casa y acordado al tejado de cimento amianto, reposan sobre vigas de hormigón. Por tanto, se puede afirmar que la Casa Bendahan posee conexiones con

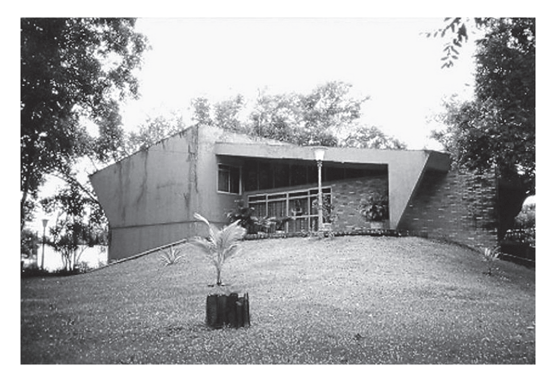


Figura 9
Fachada de la Casa Chamié – Camilo Porto de Oliveira. (Oliveira 1999)

otro proyecto de Camilo —la Casa Chamié— por la utilización de la cubierta como un marco de la residencia. Además de enmarcar, la cubierta da la Casa Chamié crea un retiro frontal cubierto, valorando visualmente el acceso e indicando la creciente estandarización formal de los proyectos de Camilo, en cuanto al «encuadre» de las casas (figura 9).

La versatilidad de la forma-soporte de la cubierta puede ser vista también en la Casa Presidente Pernambuco, un proyecto probablemente de los años 1960. El volumen superior de la casa es formado desde el encuentro de la cubierta con la pared lateral inclinada, formando un reculada utilizado para una iluminación más elaborada de la fachada (figura 10). En la fachada principal, se nota la profusión de elementos inclinados, un indicativo de la revolución en el proceso constructivo en el que anteriormente predominaba la ortogonalidad. Al contrario de las obras anteriores de Camilo Porto, ésta revela una llaneza en su composición formal, careciendo de la usual repetición de los elementos, aunque con acabamientos y materiales refinados, lo que pasó a ser común en los proyectos de este ingeniero en la década de 1960.

En el interior de la casa, un mural de piedra es encimado por un percollado en hormigón. Luego adelante, una columna de sección elíptica alcanza la altura máxima del pie derecho duplo, este último necesario para el establecimiento del altillo. La cocina se localiza en los fondos de la casa, contando con angulaciones de las paredes. Caso no haya sido modificado su uso e/o estructura, la cocina revela una área demasiadamente pequeña con relación al restante de la casa, re-



Figura 10
Fachada de la Casa Presidente Pernambuco (Déc. 1960) – Camilo Porto de Oliveira. (Chaves 2015)

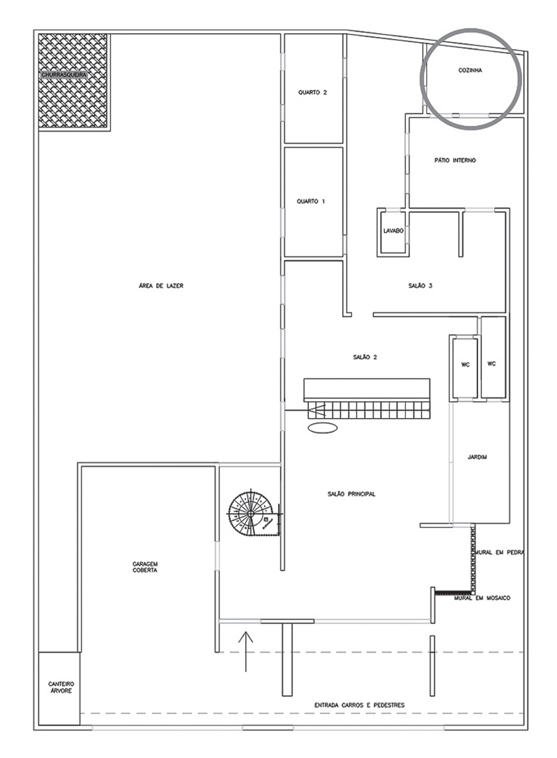


Figura 11
Redibujo —Planta baja de la Casa Presidente Pernambuco (Déc. 1960)— Destaque de la cocina —Camilo Porto de Oliveira. (LAHCA— Laboratorio de Historiografía de la Arquitectura e Cultura Arquitetónica 2015)

velando que en la casa moderna de Porto de Oliveira los espacios de convivencia y de permanencia adquieren más protagonismo que los espacios donde se realizan las actividades de servicios (figura 11).

En el pavimento superior, la mayor de las habitaciones presenta la estructura semejante al «apartamento» de la Casa Moura Ribeiro. Aquéllos dos salones interconectados, pueden significar habitaciones distintas con conexión directa o posiblemente una área «cultural», como una biblioteca, sala de música etc. En las demás habitaciones, se nota también la angulación de las paredes, éstas que fueron condicionadas a la volumetría. Aún en ese pavimento, se encuentra un baño lo cual representa un anacronismo en la residencia, que presenta divisiones internas, a semejanza de los baños de la casa eclética, contrastando con el restante de la residencia.

Otro elemento de interés en esta obra, es un pequeño puente de conexión (figura 12) entre el volumen principal de la casa y el «adjunto» localizado sobre el abrigo de coche con pared inclinada. En aquel pequeño elemento, se destacan desniveles y a angulaciones presentes a lo largo del trayecto, espacialidad y volumetría con un dinamismo que las casas eclécticas no presentaban.

Consideraciones finales

La afirmación de Lúcio Costa de que «la nueva arquitectura se relaciona indisolublemente con las que pasaron» (Costa 1936), se corresponde en mucho con



Figura 12
Vista lateral de la Casa Presidente Pernambuco (Déc. 60), destaque del puente– Camilo Porto de Oliveira. (Chaves 2015)

el caso de Belem, en el que el paralelo entre la arquitectura moderna y arquitectura ecléctica es indispensable para entender «flujo de relaciones, pensamientos, procedimientos y manifestaciones» (Chaves 2005, 64) de aquel período. Este hecho se explica desde las particularidades locales, de los cruces que articulan la arquitectura en la trama de las condiciones económica, social y cultural, de propietarios, de arquitectos, y de sus «poderes simbólicos» (Bourdieu, 1998) en el intento de formación de una sociedad modernizada. El inexistente debate teórico sobre esa actualización formal de la arquitectura, vinculada a las referencias modernas, no fue obstáculo para una producción colmada de simbolismos, motivaciones, necesidades y superficialidades (Chaves 2005, 64). Asimismo, el estudio de las obras mencionadas en este artículo, nos presentan soluciones que a lo largo de la década de 50 formarían el panorama discontinuo de la arquitectura producida en Belém.

Las configuraciones espaciales en las casas de Camilo Porto no agregan el inusitado de los espacios «loosianos», pero son formas en cambio y en proceso de aceptación, manteniendo la intimidad y la seguridad de los hábitos de las familias burguesas. La nuevas técnicas constructivas y los nuevos materiales testifican que la construcción moderna que este ingeniero engendra al grupo a lo cual también formaba parte, revelan lo autobiográficas que pueden ser sus casas. Quizá las condiciones económicas no hayan permitido una continuidad y extensión de esas casas en la ciudad, pero las particularidades formales de sus casas muestran que se no están extendidas en el espacio de la ciudad, esas casas existieron y existen como representación de un nuevo momento en la historia de la construcción de Belém.

Notas

1. Los SAL —Seminarios de Arquitectura Latino Americana— han sido en las últimas décadas, ocasiones en las que importantes debates son trabados sobre la cuestión de la «arquitectura latino americana» o de la arquitectura hecha en América Latina. Ver Sabugo (2007).

Lista de referencias

Bourdieu, Pierre. 2003. *O Poder Simbólico*. Rio De Janeiro: Bertrand Brasil.

Browne, Enrique. 1988. *Otra arquitectura en América Latina*. México-DF: Gustavo Gili.

Castro, Fábio Fonseca de. 2008. *A cidade Sebastiana*. Belém: Ed. del autor.

Chaves, Celma. 2005. *Arquitectura en Belém entre 1930 - 1960: Modernización con Lenguajes Cambiantes.* Tesis doctorale, Universitat Politècnica de Catalunya.

Chaves, Celma. 2008. «Modernização, Inventividade e Mimetismo na Arquitetura Residencial em Belém Entre as Décadas de 1930 e 1960.» *Revista Risco: Revista de Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo,* 8: 145-63. Visitado Mayo 14, 2015. http://www.revistas.usp.br/risco/article/view/44757.

Chaves, Celma; Machado, Izabelle. 2013. «Moradias Modernistas em Belém (PA): Documentando um Novo Modo de Vida». Articulo presentado en *3° Seminário Ibero-Americano Arquitetura e Documentação,* Belo Horizonte, Minas Gerais, Noviembre 12-14.

Chaves, Celma; Silva, Izabella de Mello Santos. 2013. «Percurso da Modernização: a arquitetura do 'Novo Centro' na Avenida Presidente Vargas em Belém.» Articulo presentado en *3° Seminário Ibero-Americano Arquitetura e Documentação,* Belo Horizonte, Minas Gerais, Noviembre 12-14.

Coelho, André de Barros. 2007. *Moradia Burguesa Belenense no Período da Borracha (1850-1920)*. Tesina de Maestría, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Cohen, Jean-Louis. 2013. *O futuro da arquitetura desde 1889. Uma historia mundial*. São Paulo: Cosac Naify.

Conduru, Roberto. 2004. *Arquitetura moderna brasileira*. Editado por Elisabetta Andreoli y Adrian Forty. Londres: Cape.

Costa, Lúcio. 1936. «Razões de uma nova arquitetura». En: Xavier, Alberto. 1987. *Arquitetura moderna brasileira: depoimentos de uma geração*. São Paulo: ABEA/FVA/PINI.

Coulquhoun, Alan. 2005. *La arquitectura moderna: una historia desapasionada*. Barcelona: Gustavo Gili.

Fernández Cox, Cristian. 1991. «Modernidad apropiada, modernidad revisada, Modernidad Reencantada». En AA.VV., *Modernidad y posmodernidad en América Latina. Estado del debate.* Bogotá: Escala.

Gorelik, Adrian. 2011. Prefacio en: *Modernidades de Provincia: Estado y Arquitectura en La Ciudad de Santa Fe, 1935-1943*, por Luis Müller, 9-12. Santa Fe: Universidad Nacional del Litoral.

Jencks, Charles. 1991. *The Language of post-modern architecture*. New York: Rizzoli.

Marques, Sônia M. B. y Guilah Naslavsky. 2011. «Recepção x Difusão: Reflexões para Preservação do Patrimônio Recente» Articulo presentado en *9º Seminário DOCOMOMO Brasil – Interdisciplinaridade e Experiências em Documentação e Preservação do Patrimônio Recente.* Brasília, DF, Junio 7-10.

Müller, Luis. 2011. *Modernidades de Provincia: Estado y Arquitectura en la Ciudad de Santa Fe, 1935-1943.* Santa Fe: Universidad Nacional del Litoral.

Norberg-Schulz, Christian. 2005. *Los Principios de La Arquitectura Moderna*. Barcelona: Reverté.

Oliveira, Alcione Teixeira de. 1999. *Camillo Porto de Oliveira: Um Mestre Modernista na Arquitetura de Belém.* Trabajo final de grado. Universidade Federal do Pará.

Penteado, Antonio da Rocha. 1968. *Belém, Estudos e Geografia Urbana*. Belém: Ed. Universidade Federal do Pará.

Sá, Odilson. 2009. «Casa Belisário Dias, na Almirante Barroso com Vileta.» Visitado Junio 27. http://www.panoramio.com/photo/18993317

Sabugo, Mario. 2007. «Por uma Modernidade Devorada - A Propósito dos Quatro Elementos e o Debate na Arquitetura Latino-Americana.» Arquitextos, año 08, n. 090.05. Visitado Junio 29, 2015. <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/08.090/192>.

Sarges, Maria de Nazaré. 2010. *Riquezas construindo a Belle Époque, 1870-1912*. Belém: Paka-Tatu.

Sarquis, Giovanni Blanco; Neto, Cândido Campos Malta. 2003. «A Arquitetura como Expressão da Modernidade em Belém Entre 1930 e 1964.» *Cadernos de Pós-Graduação* em Arquitetura e *Urbanismo*, no. 3: 29-51. Visitado abril 24, 2015. http://www.mackenzie.br/dhtm/seer/index.php/cpgau/article/view/127/32

Santos, Erika Diniz Araújo dos. 2014. *Recepção e dispersão da arquitetura moderna em João Pessoa, 1970-1985.* Tesina de Maestría, Universidade Federal de Pernambuco.

Segawa, Hugo. 1999. *Arquiteturas no Brasil. 1900-1999*. São Paulo: EDUSP.

Silva, Izabel do Amaral e. 2004. *Um olhar sobre a obra de Acácio Gil Borsoi: obras e projetos Residenciais, 1953-1970.* Tesina de Maestría, Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

Tafuri, Manfredo. & Dal Co, Francesco. 1989. *Arquitectura contemporánea*. Madrid: Aguilar.

Tournikiotis, Panayotis. 2001. *Historiografia de la arquitectura moderna*. Barcelona: Reverté.

Catalogación y estudio cronológico de los rejuntados y alisados de las juntas en los paramentos históricos del centro de Italia. Un primer estudio

Renzo Chiovelli
Annalisa Ruggeri

Existen varios escritos y referencias bibliográficas sobre las técnicas de acabado superficial de los paramentos históricos bajo los términos de «rejuntado» y «alisado» de las juntas, pero si exceptuamos las pioneras investigaciones de mediados del siglo pasado y los más recientes estudios relativos normalmente a monumentos aislados o, en casos de análisis en ámbitos más extensos, a un asentamiento urbano específico, no se ha tratado de confrontar los resultados obtenidos con los de ámbitos territoriales más amplios para poder obtener datos contextuales de utilidad para una clasificación geográfica y diacrónica de éstos.

La presente contribución constituye un primer estudio que nace de una larga labor de investigación que el autor de este artículo está llevando a cabo sobre las técnicas de acabado superficial de los paramentos históricos, en especial las del territorio italiano. Este trabajo, del que las técnicas de rejuntado y alisado son sólo una algunos de los análisis, es una sólo parte de una lectura general de los paramentos históricos, sobre todo de época medi

Nomenclatura y clasificación de los alisados y rejuntados

El rejuntado y el alisado de las juntas son operaciones que han tenido ya desde la antigüedad una relevancia tanto técnica como estética los paramentos históricos, con variantes morfológicas que se pueden registrar en el espacio y en el tiempo. Su realización consiste en rematar la parte externa de las conexiones entre los ladrillos o sillares de un paramento rellenando primero los espacios vacíos con mortero y después repasando éstas con un instrumento para eliminar las imperfecciones y crear un pequeño surco. Mediante esta simple operación se ejercita una presión mecánica en la superficie del mortero, compactándolo bien para expulsar el agua contenida en éste y para evitar que queden pequeños espacios vacíos en los que se podría infiltrar el agua de la lluvia.[2] En particular modo, el rejuntado de las juntas verticales, confiere una mayor impermeabilización al aparejo, ya que éstas son las más expuestas a las infiltraciones de lluvia. Mediante tales operaciones se trataba de obtener un mejoramiento de la calidad mecánica de la parte externa de la junta, dando al mismo tiempo un efecto estético al muro.

Para crear en las juntas una superficie bien rematada y mejorar la duración y la capacidad de protección de la lluvia, el rejuntado y alisado se deben hacer cuando el mortero ya ha empezado a fraguar pero antes de que se endurezca. El alisado se efectúa pasando sobre el mortero de la junta, con la punta o el borde de la llana, o con otro tipo de instrumento metálico, para alisarla. En el rejuntado, el mortero del lecho de las juntas es rascado en superficie (de 10 a 20 mm) con la punta de la llana o con un instrumento en forma de uña, cuando todavía no se ha endurecido. Después se rellenan con un mortero más fino y poco poroso que se repasa para dejar en la junta un pequeño surco que la realce.

Estas operaciones con una multitud de variantes estéticas han sido analizadas en los estudios efectuados a partir de mediados del siglo pasado y lo fueron sistemáticamente por primera vez contemporáneamente en varios lugares de la Italia central.[3] Tales variantes se pueden identificar en los pasajes de una época a otra: la romana, la medieval, la renacentista y la barroca, hasta llegar a los *revivals* decimonónicos. Pero en ciertos periodos, como por ejemplo en el medieval, se asiste a una importante diversificación geográfica de los rejuntados, que es el reflejo evidente de las numerosas divisiones políticas existentes en la península italiana y en particular en el área investigada; y esto tiene que haber influido en las organizaciones corporativas de artesanos que operaban en esos territorios. Lo ya citado terminó por producir profundas diferencias de realización como podemos observar por ejemplo en obras de los territorios de Roma, de Siena, de Bolonia o de Viterbo.

Clasificar las distintas formas que pueden haber asumido los alisados y los rejuntados de las juntas en los paramentos históricos en un área tan vasta podrá parecer una ardua empresa. Sin embargo ya existen, en un ámbito local, elencos de tipos de tratamiento de las juntas que se pueden tomar como referencia para la terminología y extenderla a una investigación aplicada a territorios más amplios.[4]

El autor se ha concentrado en la diversidad de tipologías de juntas de mortero, sin tener en cuenta las juntas en seco y excluyendo todos los casos en los que la junta de mortero se deja sin acabado, tosca o rústica, o la hinchada, en la que el mortero sin tratamiento de acabado sobresale del espacio de la junta sobreponiéndose a los bordes de los elementos que lo delimitan. Tampoco han sido tomados en consideración los casos más sencillos en los que encontramos un allanado elemental del mortero de la junta, apelmazándolo simplemente sin darle una forma, es decir, dejando la junta rasa o retranqueada respecto a la línea de la pared.

En el caso del alisado, excluyendo, por las razones ya citadas, las juntas rasas y retranqueadas, se pueden encontrar alisados a rampa (it. *a scivolo*), en casos en los que uno de los dos bordes líticos que delimitan la junta quede descubierto; por tanto se puede encontrar un alisado a rampa superior cuando la inclinación de la pendiente es descendiente, inclinada hacia el borde inferior externo, que queda cubierto; o inferior, en el caso contrario, es decir, cuando la rampa empezando el exterior del borde superior se inclina hacia el interior de la junta hasta llegar al borde inferior. Los otros tipos de alisado normalmente citados son: a doble inclinación, formando una sección a cola de golondrina cuando la doble inclinación es interna o, inversamente, a cúspide cuando es externa; cóncava, de sección semicircular o curva, hacia dentro de la junta; convexa, también de sección curva, pero hacia fuera; a faja (*a nastro*), con sección rectangular en realce con respecto al ras del muro y a menudo cubre una superficie que rebasa los bordes de la junta.

Pasando al tipo de realización del rejuntado, podemos observar el denominado sencillo, con una incisión central en el mortero recalcando la forma del aparejo; doble, con dos incisiones paralelas de tipo sencillo, hacia los extremos de la junta; a doble inclinación, en el que la sección a cola de golondrina de la junta resulta incidida centralmente, o sea en el punto de encuentro de los dos alisados inclinados; a batiente, en el que la doble inclinación tiene el alisado o segmento superior más corto; a declive, en el caso contrario, con el alisado o segmento inferior más corto; en fin, podemos encontrar tipos de rejuntado come algunos de los ya descritos, como por ejemplo el de batiente, pero con resalte rebasando el borde, es decir dejando que el alisado inferior se monte sobre el borde inferior cubriéndolo. A estos ejemplos se debe añadir otra tipología de rejuntado, que según parece tiene un difusión sólo local, el trapezoidal, porque, con las características del rejuntado a faja pero con sección trapezoidal, dado que los bordes, en vez de ser perpendiculares a la cara superficial de la junta, resultan inclinados hacia el exterior, alargando de esta forma la base de la junta que cubre una superficie aún mayor a los lados de las comisuras. Además, la junta trapezoidal, a diferencia de la de faja, se reconoce fácilmente porque suele tener casi siempre una incisión central.

Lógicamente, respecto a esta esquemática aunque amplia casuística, en realidad existe una serie de variantes aún mayor que, aun pareciendo aparentemente mínimas, enriquecen el aspecto morfológico de los rejuntados. Esta subdivisión es particularmente útil para definir los aspectos diferenciales con el fin de poderlos usar en algunos casos para posibles atribuciones cronológicas. Una de estas variantes es con seguridad el tipo de perfil empleado en la incisión, sobre todo en el tipo de rejuntado sencillo. La sec-

ción de tal rejuntado puede ser de tipo: triangular, cuando tiene esa forma, que se obtiene con un instrumento terminado en ángulo; semicircular; cuadrangular; hendido, cuando cuenta con una hendidura, realizada con una herramienta puntiaguda o con una cuchilla (figura 1). Por último, otra variante está constituida por la posición del rejuntado, con dos tipologías principales: rejuntado en posición central respecto al lecho de mortero de las comisuras, o en contacto con el borde inferior.

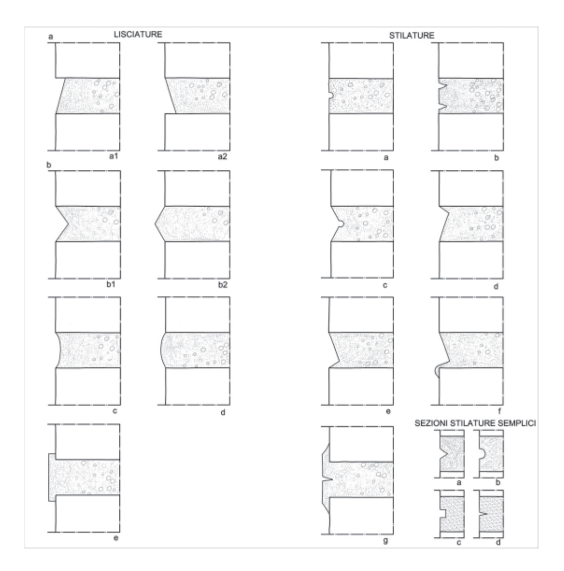


Figura 1
Nomenclatura de los tipos de alisados y rejuntados. Alisados: a) a rampa superior (a1) e inferior (a2); b) a doble inclinación interna (b1) y externa (b2); c) cóncavo; d) convexo; e) a faja. Rejuntados: a) sencillo; b) doble; c) a doble inclinación; d) a batiente; e) a declive; f) con resalte rebasando el borde; g) trapezoidal. Secciones de los rejuntados sencillos: a) triangular; b) semicircular; c) cuadrangular; d) a hendidura

Difusión de los tipos de alisados y rejuntados en el espacio y en el tiempo

A excepción de estudios parciales, relativos a casos específicos, presentados ya en trabajos decimonónicos, como por ejemplo el caso de la junta alisada a faja, ilustrado por Viollet-le-Duc, se puede afirmar que uno de los primeros intentos de recogida de datos y definición de tipologías de los alisados y rejuntados a una escala más amplia se debe atribuir a Corrado Venanzi, que dedicó a este argumento una parte de su obra de investigación de 1953 *Caratteri costruttivi dei monumenti*. El análisis de Venanzi, de hecho, aunque sea limitado territorialmente a Roma y el Lacio y cronológicamente a un arco temporal desde la época romana hasta el Medioevo, también proporciona datos fuera de estos límites.[5] Desde entonces, a pesar de que la referencia a las juntas y sus técnicas se haya convertido en una voz cada vez más habitual en las catalogaciones y en los análisis arquitectónicos de los paramentos y aun contando con numerosas obras de referencia, todavía no se ha efectuado un estudio complexivo y comparativo en un radio amplio.

Ya podemos extraer los primeros resultados provenientes de los análisis en curso en el ámbito de la Italia central que aunque no se puedan considerar todavía definitivos hacen entrever interesantes estímulos para la reflexión.

La clasificación de las juntas ha sido aplicada, por ahora, sobre todo a centros ubicados en la zona comprendida entre la vertiente apenínica occidental y la costa del mar Tirreno. Las juntas han sido catalogadas, aún no en modo exhaustivo en las poblaciones de Roma, Viterbo, Tuscania, Tarquinia, Acquapendente, Pienza, Siena, Arezzo, Florencia y Bolonia.

La difusión de los diversos tipos de juntas alisadas y rejuntadas varía considerablemente en el espacio y en el tiempo y sólo a través de la comparación de ejemplos pertenecientes a centros y épocas diferentes se puede tratar de definir una clasificación morfo-cronológica de los rejuntados (figuras 2 y 3). En la zona estudiada se encuentran alisados a faja ya en muros datados a finales del siglo XI, como en el caso de la cripta de San Pietro en Tuscania;[6] pero el tipo a faja también es empleado muy a menudo en época tardo medieval en Roma (por ejemplo en las arcadas apoyadas sobre arcos romanos en el convento de los Santos Juan y Pablo edificado en el siglo XII sobre las ruinas del Templo de Claudio; en el transepto de San Juan de Letrán, 1288-92; en el campanario de Santa Prassede, 1285-87; en la capilla de San Silvestre ai Santi Quattro Coronati, 1246). En el siglo XII los paramentos latericios de Roma están caracterizados por rejuntados a doble inclinación, aunque también aparecen ejemplos de rejuntado a declive (atrio e pórtico de Santo Stefano Rotondo, 1139-43) y alisados de tipo cóncavo normal (lado derecho del pórtico de Santo Stefano Roton-

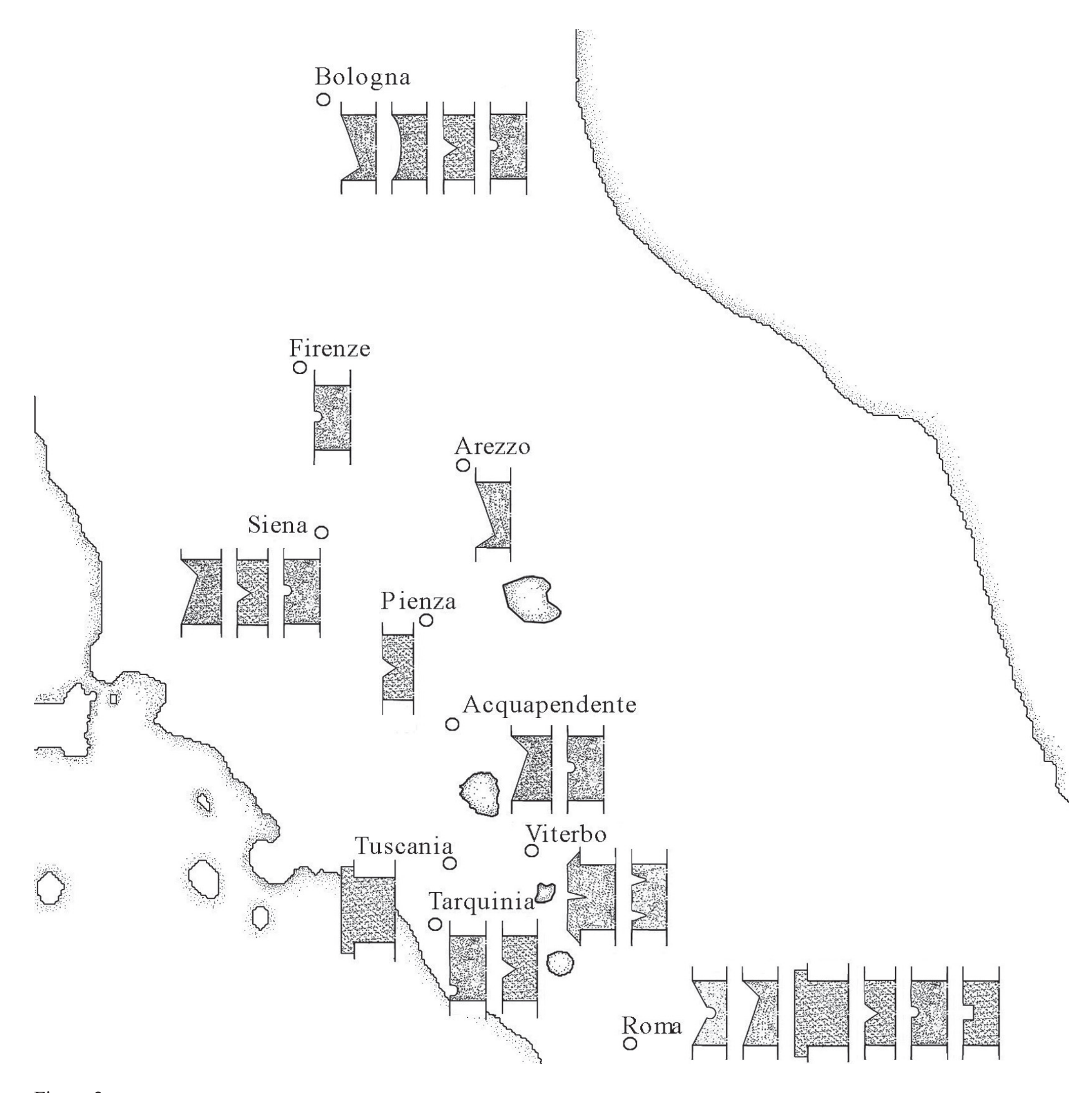


Figura 2
Difusión en el espacio de las formas de las juntas rejuntadas

do) o con la parte más pronunciada de la curva puesta en la parte superior (fachada de la basílica de los Santos Juan y Pablo, de comienzos del siglo XII). Entre los tipos más difundidos en época medieval encontramos sin duda el alisado a rampa, sobre todo del tipo con borde superior descubierto, pero también a veces el de tipo inferior. Sin embargo hace falta notar que el albañil cuando hace el alisado a rampa con la llana no consigue eliminar completamente el mortero del interior de la junta hasta descubrir completamente uno de los bordes, por eso el efecto estético se parece más al de un rejuntado a batiente o a declive, en le que mortero de la cara más corta del rejuntado aparece normalmente rugosa o no alisada, dado que en esa parte la llana no ha ejercitado presión. El tipo de alisado a rampa con borde superior descubierto, en la variante

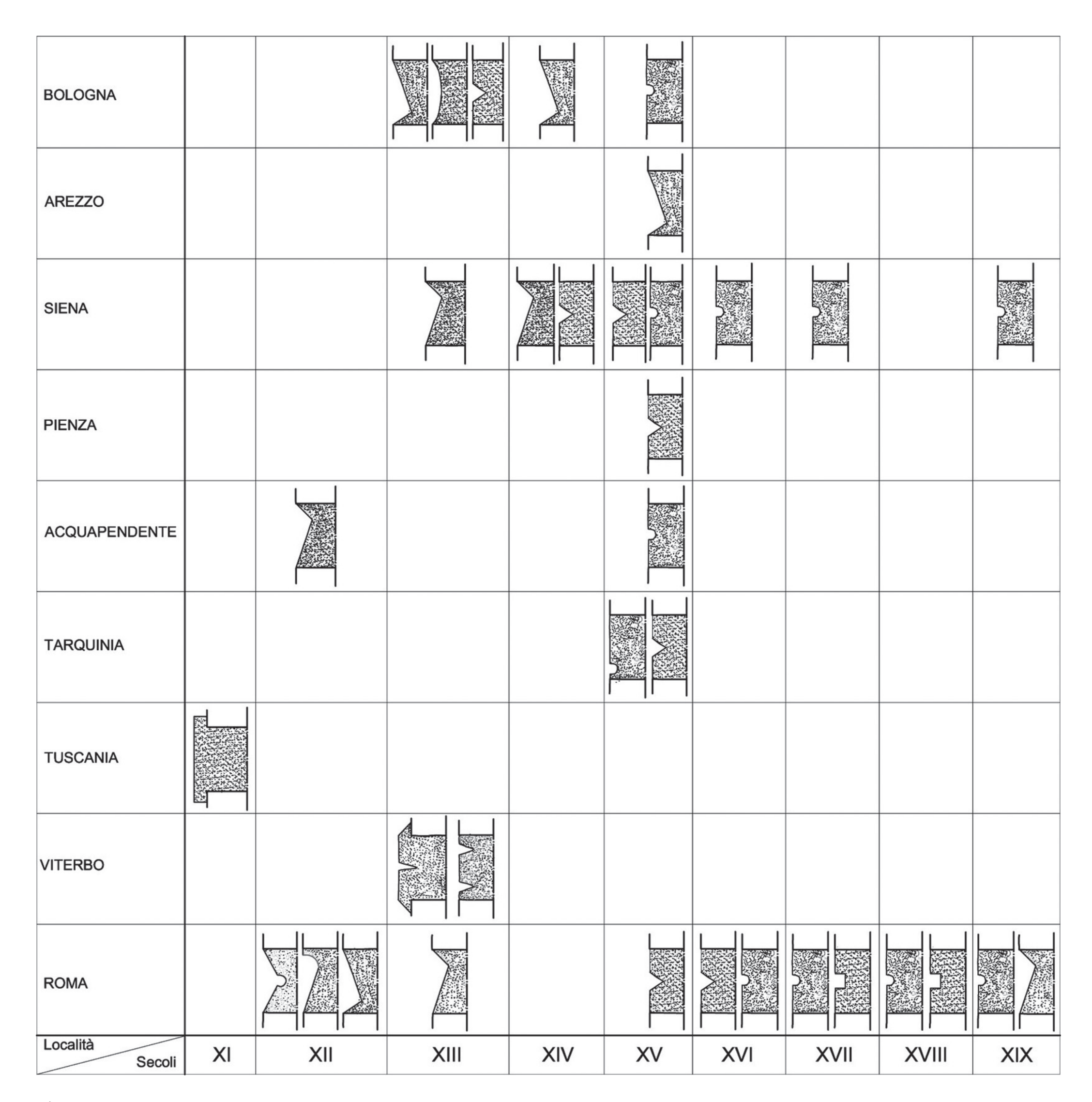


Figura 3
Difusión en el tiempo de las formas de las juntas rejuntadas

que acabamos de explicar (similar al rejuntado a batiente) está presente a mediados del siglo XII también en la cripta del Santo Sepulcro de Acquapendente y posteriormente, desde el siglo sucesivo, se difunde en Roma (Santi Quattro Coronati) y caracteriza los aparejos latericios de los siglos XIII y XIV de Siena (fachada de San Pietro a Ovile, siglo XIII; Palazzo Pubblico, 1293-1310; Puerta Ovile, mediados del s. XIII con intervenciones en el s. XIV; Torre del Mangia, 1338-48; Pellegrinaio delle Donne en el Hospital de Santa Maria della Scala, mediados del s. XIV; Palacio Chigi-Saracini, s. XIV).

En cambio, en el mismo periodo, el tipo de rejuntado a declive caracteriza los muros latericios de Bo-

lonia (campanario de la catedral de San Pietro, s. XIII; case Seracchioli, s. XIV; basílica de San Francesco, 1236-63, en donde aparecen también alisados cóncavos y rejuntados de tipo sencillo a sección triangular). El rejuntado a declive lo encontramos asimismo en Arezzo (casa tardo medieval en Vía dell'Orto).

Con toda seguridad un caso a parte es el de los paramentos de Viterbo en el siglo XIII, es decir su periodo de mayor importancia y expansión, gracias a la presencia de la corte papal. De hecho en esta ciudad vemos sólo el tipo de rejuntado que hemos definido trapezoidal y que se presenta in modo perfectamente conservado en la fachada del Hospital Domus Dei, anterior a 1293, durante mucho tiempo protegido por un revoque posterior que con el tiempo se ha desprendido en parte (otros ejemplos son el Palacio Papal; los Palacios Alessandri en la Plaza de San Pellegrino; la iglesia de San Pellegrino; el claustro de Santa Maria in Gradi; el Palacio de los Tignosi; en gran parte de la arquitectura civil, como en Via delle Caiole, Via San Pellegrino, Via Bussi, Via Borgolongo). En el mismo periodo, tampoco faltan variantes en Viterbo, como en el caso de un pequeño palacio de los Alessandri en la Plaza de San Pellegrino, en le que la sección trapezoidal falta del rejuntado central, o en el muro protegido por el profferlo del Palacio Mazzatosta en el que se mantienen restos de un rejuntado de tipo doble.

A partir sobre todo del s. XV nos encontramos con un paso definitivo hacia rejuntados de tipo sencillo con surco central, que son precedidos por raros ejemplos como el del Palacio Cinughi de' Pazzi en Siena, datado en el s. XIV, o el de los pórticos de la fachada de la basílica de San Francesco en Bolonia. En estos casos, como en los ejemplos del s. XV, inicialmente la sección del rejuntado central es de tipo triangular, en Pienza (casas englobadas en el Palacio del Cardenal Giacomo Ammannati y otros edificios en la calle principal (corso Rossellino) encargados durante la transformación urbana proyectada por Pío II, 1462-64), en Siena (una casa en Via Tommaso Pendola, un edificio en Via di Camollia y otro en Via dei Banchi di Sotto, oratorio de Santa Maria delle Nevi del 1471-72, fachada de la iglesia de Santa Maria in portico en Fontegiusta del 1489 y Palacio Piccolomini del 1469-1510), en Corneto, hoy Tarquinia (una torre bombardera de la barrera fortificada llamada «resecata», en la tercera puerta de Castello, edificada en el s. XV). Siempre en Tarquinia, en algunos puntos del Palacio Vitelleschi (1436-39) que se han mantenido protegidos quedan restos de rejuntados de sección semicircular en contacto con el borde inferior de las juntas. Esta colocación del rejuntado parece hacer referencia al estilo antiguo romano, en el que, sin embargo, la parte del alisado superior a la señal del rejuntado era ligeramente inclinada hacia el hacia el borde inferior, y que se puede observar por ejemplo en el Panteón (118-128 d.C.) y en las *tabernae* de la ínsula capitolina o de Ara Coeli (s. III d.C.).

A partir del s. XV la sección en el centro del rejuntado sencillo se hace cada vez más semicircular, convirtiéndose en la utilizada casi en exclusiva en el s. XVI y en los siglos posteriores hasta el s. XIX. Los ejemplos son innumerables, pero nos limitaremos a citar para Bolonia la fachada de la ex iglesia de San Giobbe (1494); para Siena un edificio en Via Casato con una placa de 1490, la colegiata de Santa Maria di Provenzano (1595-1604), el portal de la iglesia de San Giovanni Battista de la congregación de los Tredicinos, un edificio en Via della Cerchia, el Palacio Ravizza en Pian dei Mantellini, una ex iglesia en Via di Monna Agnese, la fachada de la iglesia de Sant'Elisabetta della Visitazione (1884-1901); para Florencia la fachada del Palacio Grifoni (construido en 1563-74); para Roma la Chiesa Nuova o Santa Maria in Vallicella (de 1575, continuada por Martino Longhi il Vecchio en 1586-90, concluida en 1599), el Colegio Romano (1582-84), la iglesia de San Girolamo dei Croati di Martino Longhi il Vecchio (1588-89), los costados de la basílica de Sant'Andrea della Valle (edificada entre 1590 y 1650), San Carlo ai Catinari y el convento dei Barnabiti (1612), la basílica dei Santi Ambrogio e Carlo al Corso (1612), la iglesia de San Ignacio (1626) y el convento anejo, la iglesia de Santa Maria Maddalena (1631-99), el palacio de San Ivo alla Sapienza, el oratorio de San Francesco Saverio «del Caravita» (1633), la fachada de Santa Anastasia de Luigi Arrigucci (1636), el oratorio dei Filipenses de Francesco Borromini (1637-67), la fachada del palacio di Propaganda Fide modificada por Bernini en 1644, el Palacio D'Aste Rinuccini y después de Leticia Bonaparte (1657-77), Santa Maria della Concezione in Campo Marzio (trasformada en 1668-85), la iglesia de Gesù e Maria al Corso (1671-77), el Palacio Braschi (1791-1804), la fachada de Santa Maria in Grotta Pinta (concluida en 1834). Siempre en Roma se da

también una variante del rejuntado sencillo, constituida por la incisión con sección cuadrangular que se puede encontrar en el transepto de la basílica de Sant'Andrea della Valle (ampliado por Carlo Maderno a partir de 1608) y en el Palacio de San Apolinar (reformado por Ferdinando Fuga en 1745-48); juntas con rejuntados a hendidura se encuentran en el Hospital de Santo Spirito in Sassia; mientras que en la iglesia del Gesù, cuyas obras fueron dirigidas por Vignola entre 1568-75, la sección del ancho rejuntado central de tipo sencillo en cambio es todavía de sección triangular.

El hecho de que el rejuntado de las juntas participe come elemento estilístico del edificio nos lo demuestran los casos romanos de las iglesias anglicanas de All Saint's en Via del Babbuino (1882-87) y de St. Paul With in the Walls (1873-80) proyectadas en estilo neogótico por George Edmund Street, con la intención de valorizar materiales y técnicas tradicionales, y en las que vuelven a aparecer rejuntados a batiente que no se usaban desde la Edad Media.

El reconocimiento de las fases constructivas mediante la observación de los rejuntados: el caso de la Casa de los Crescenzi en Roma

Mediante la aportación de los análisis de los rejuntados de las juntas, ha sido posible comprender las fases constructivas del que fue definido «el edificio laico más ambicioso» que fuera construido en Roma entre los siglos X y XII y que haya llegado hasta nuestros días (Wickam 2011, 282). Se trata de la Casa de los Crescenzi, caracterizada por una gran cantidad de materiales antiguos romanos de acarreo, la cual, aun habiendo sido estudiada varias veces en el curso del tiempo, presentaba todavía hoy varios aspectos oscuros. La parte reconstruida en época renacentista resultaba fácilmente reconocible, especialmente en el interior, ya que estas partes estaban enlucidas, y el resto normalmente se consideraba di una única fase medieval, aunque a la luz de un análisis más atento se puede afirmar con seguridad que no es así. De hecho, además del que se refiere a la reconstrucción renacentista, hubo otro gran derrumbe, el primero de una cierta consistencia, debió de afectar a las partes altas del edificio y a la zona occidental, ya en época medieval, probablemente ni mucho tiempo después de la edificación original.[7]

Habitualmente se considera que la bóveda de doble crucero, de la que quedan sólo algunos fragmentos, con los arcos generadores impostados, a lo largo de la curva de la imposta de los arcos mismos que generan las bóvedas, una serie di ménsulas marmóreas, en parte clásicas y en parte medievales, son de la fase original de la edificación, además de los cimientos de todo el edificio. El mismo Bruno Maria Apolloni (1940, 33), en su artículo sobre la «casa», escrito en ocasión de la inauguración del edificio restaurado en 1939 después de haber sido elegido como nueva sede del Centro de Estudios de Historia de la Arquitectura, afirmaba que «la parte de la obra que se alza sobre el balcón corrido no presenta características importantes» y que, en el exterior, «ésta se diferencia de la estructura del basamento porque el paramento, —realizado con ladrillos de acarreo—, es visto y no enlucido», como sin embargo aparece en las partes inferiores. No obstante éste rechazaba categóricamente que pudieran haber habido sobreelevaciones o reformas: «Por otra parte la absoluta continuidad de las estructuras murales internas excluye que la estructura haya sido sobreelevada en un segundo momento». También en la ponencia de Gustavo Giovannoni (1940, 14-15) en ocasión de la inauguración de las obras de restauración de la «casa», se afirmaba que «el exterior de la casa se ha mantenido como era», con el balcón en obra reconstruible basándose en un dibujo del s. XVII del pintor español Coello, «desde el que se alza la ruda masa paralelepípeda de la torre que debía ser alta y fuerte, coronada de almenas»; y por lo que se refiere al interior no se hace ninguna alusión a que el «palimpsesto de estructuras varias» que lo caracteriza, coronado por la «fragmentaria bóveda de crucero», pueda ser fruto de diversas intervenciones. Apolloni adjunta a su texto una «hipótesis de recuperación» de la «casa», poniendo una serie de cinco bíforas en el lado meridional del balcón y de tres en el oriental, sin tener la más mínimo duda sobre la contemporaneidad de la parte alta, desnuda, y la baja, decorada. Una actitud similar se encuentra en las hipótesis reconstructivas y de recuperación concebidas, en aquel mismo periodo, por Vincenzo Fasolo, en las que en dos diversas versiones, la parte alta termina con coronamientos almenados. Como afirma Apolloni, la restitución del espacio del primer piso tenía que ser determinada, de forma «fácil y segura», por «una gran sala de planta rectangular cubierta por dos cruceros», mientras que

otros pisos, de los que no se podía tener ningún dato, habrían debido de proseguir en altura a la torre; terminando por datar todo a inicios del s. XII.

En realidad no se había contado con lo que hemos definido el primer derrumbe de la Casa de los Crescenzi, acaecido ya en época medieval. Éste debió de afectar a toda la parte alta del edificio, incluida la bóveda original, que no se debe confundir con los restos de la de doble crucero que todavía hoy se ven, y la porción occidental del primer piso del edificio, que más adelante se derrumbó de nuevo en época renacentista, tirando la bóveda de doble crucero reconstruida en el medioevo. Según esta nueva hipótesis, la primera planta de la «casa» debía de estar dividida en dos ambientes, el primero, más estrecho, a occidente, al que se accedía por la escalera adosada a la pared septentrional, que debía cumplir funciones de atrio para el salón que ocupaba toda la parte restante del actual edificio hacia el este. Este salón debía estar caracterizado por cuatro grandes nichos, cada uno en una de las paredes perimetrales, de los que quedan las partes que en alzado resultan rectilíneas en las paredes sur y este, sin las cúpulas superiores. Han desaparecido del todo, con el derrumbe de las paredes en las que estaban, el nicho del oeste, en la pared que dividía el ambiente de la sala del de entrada, y el del norte, que lo separaba del vano de la escalera. La gran sala en el este, que tenía una forma casi cuadrada, tenía que estar cubierta por una única bóveda de crucero, con los extremos apoyados en los ángulos de los muros, a donde no llegan los vanos de los nichos, como demuestra un fragmento de ménsula, en la bisectriz del único ángulo de la sala que ha quedado íntegro con respecto a la fase original, el de sur-este. El derrumbe de esta estructura original debió de producirse seguramente en el curso del s. XII, afectando además de a la bóveda y a las partes superiores a ella, la pared norte de división de la sala de las escaleras y la pared occidental que separaba la misma sala del vano de acceso, derrumbado con toda la parte superior del edificio hacia occidente.

La reconstrucción, de la misma época, optó por la creación de un único ambiente rectangular, cubierto por la doble bóveda de crucero. Estas suposiciones, parecerían encontraran una confirmación tanto en el análisis de los muros medievales de la «casa» como en las juntas rejuntadas. Como había de hecho notado Corrado Venanzi (1953, 37), hablando de los rejuntados de las juntas de los paramentos latericios de la «casa», «se muestra bien clara una parte superior añadida y apoyada a la parte preexistente, de la que se evidencia también en el alzado su conformación». Venanzi se pregunta también si tal «cambio de forma de la parte superior del edificio, obra de un intervento posterior», se pudiera relacionar con los «daños sufridos por el edificio en la destrucción del Guiscardo de 1084». Como prueba de esto, el estudioso presenta la evidente diferencia de módulo en altura de cinco hiladas de ladrillos, que se puede observar entre la parte baja del inmueble, la original, y la alta, reconstruida en el medioevo.

Pero lo que demuestra una diferencia más marcada entre los dos paramentos es la combinación de los componentes murales, de hecho en la parte original las hiladas di ladrillos tienen una altura media de 3,9 cm y tienen llagas de mortero de sólo 2,1 cm (que varían desde 1 hasta 2,5 cm), mientras que en la parte de los muros reconstruidos los ladrillos empleados son sensiblemente más bajos, con una media de 3,4 cm y juntas de mortero de 3,2 cm de media (con variaciones entre 3 y 4 cm). Esto es una señal evidente de que se trata de muros distintos; además en el segundo de éstos se emplearon ladrillos provenientes de otras fuentes con respecto a la primera obra y los artesanos para ahorrar ladrillos hicieron uso de lechos de mortero abundantes, casi tan altos como los ladrillos mismos.

Un último detalle relativo a los módulos de los paramentos es la amplia lesión, reparada con ladrillos, que se extiende a lo largo de toda la vertical correspondiente al centro del nicho que se abre en la pared meridional. De hecho, en su parte apenas superior al pavimento del primer piso, se reconoce una porción de paramento medieval que, parece coincidir con la obra de la reconstrucción del nivel correspondiente a las bóvedas (alturas medias de los ladrillos di 3,5 cm y de las juntas de 3,1 cm). Esto podría significar que esta grave lesión se nació en aquel punto debilitado por la presencia del nicho y de la puerta que conducía a la balconada meridional, ya en ocasión del primer derrumbe y fue entonces reparada en el momento de la reconstrucción de la bóveda; más adelante, seguramente la lesión se volvió a abrir durante el derrumbe de época renacentista y se debió reconstruir varias veces.

Venanzi añade otra prueba del derrumbe medieval. Cita el hecho de que el machón angular de re-

fuerzo sur-oeste de la «casa», «en la parte alta, conserva el paramento primitivo, que presenta el conocido rejuntado en medio de los lechos de mortero. Por tanto el refuerzo fue hecho en el periodo en que todavía se usaban este tipo de aparejos, es decir en el s. XII». En realidad, el contrafuerte en cuestión no aparece nunca en las representaciones más antiguas del costado meridional de la «casa» y en efecto los rejuntados que se ven en las juntas de la parte alta del pilar, con una evaluación atenta, parecen debidos a intervenciones sucesivas, ya que no son parecidos a los medievales que en cambio aparecen en las partes originales del edificio. No es así en el lado occidental del mismo contrafuerte, que llega hasta debajo de los restos de conglomerado de las bóvedas derrumbadas. Aquí quedan varios fragmentos del aparejo latericio medieval con los característicos rejuntados de las juntas.

Entonces entra en juego la observación del rejuntado de las juntas con un objetivo diferenciador. De hecho, en el ámbito del campo de estudio más amplio relativo a los acabados superficiales de los edificios medievales, también en las partes medievales de la «casa» se ha realizado una intensa actividad de análisis y catalogación de las juntas. Se ha concluido que éstas pertenecen a la misma tipología a doble inclinación, en la que la sección a cola de golondrina de la junta resulta incidida centralmente a semicírculo, pero aun siguiendo esta metodología se notan evidentes diferencias entre los rejuntados de la parte inferior del edificio y las de la parte alta reconstruida. En efecto en el interior de la parte baja de la «casa», la original, se puede observar cómo las inclinaciones de las caras alisadas hacia el interior de la junta, son más pronunciadas mientras que el rejuntado central resulta de dimensiones más reducidas respecto a las de la parte alta reconstruida, en esta última las juntas son sensiblemente más altas, tienen caras apenas inclinadas y rejuntados centrales mucho más marcados y profundos (figura 4).

En resumen, el aporte proporcionado por el estudio de las juntas ha contribuido a resolver enigmas relativos a la época de construcción de la Casa de los Crescenzi, con hipótesis formuladas en el curso del tiempo que van del s. IX al s. XIII. En efecto, rejuntados del tipo definido a doble inclinación, o con dobles alisados de las juntas más o menos rehundidas simétricamente hacia el centro y marcadas por una marca de rejuntado central, similares a las de la «casa», se encuentran en varios monumentos datados en el s. XII, como por ejemplo en los paramentos del cercano campanario de Santa Maria in Cosmedin, que presenta también las mismas cornisas de ladrillo con dientes de sierra orientados en modo divergente a partir del centro, en el pórtico de San Clemente, en la fachada reconstruida a comienzos del siglo XII en los Santi Quattro Coronati en el campanario de la iglesia de San Giorgio al Velabro.[8]

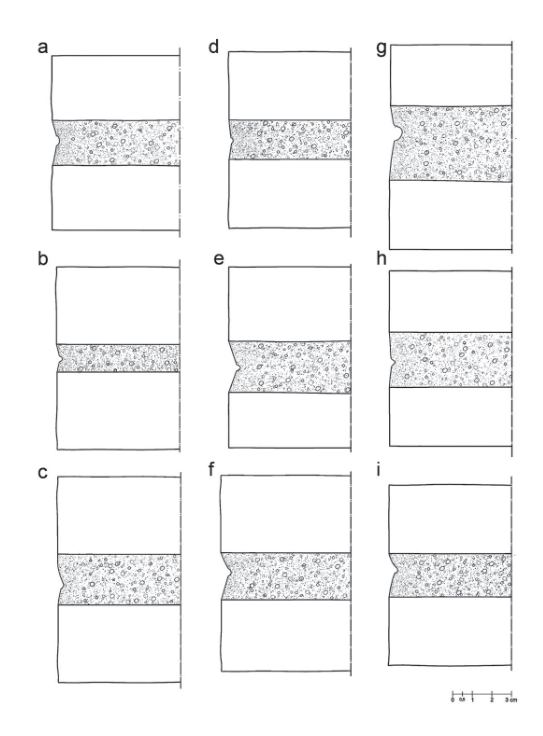


Figura 4
Rejuntados medievales a doble inclinación presentes en la Casa de los Crescenzi y en otros edificios coetáneos de Roma: a) exterior, resalte mural en el costado meridional; b) exterior, semicolumna del costado meridional; c) exterior, costado septentrional; d) exterior, pared occidental; e) exterior, lado occidental del contrafuerte sur-oeste; f) interior, parte baja de la planta superior; fase original; g) interior, planta superior a la altura de la doble bóveda; reconstrucción posterior al derrumbe medieval; h) pórtico de la iglesia de San Clemente; i) campanario de la iglesia de Santa Maria in Cosmedin

Notas

1. El presente estudio es obra de Renzo Chiovelli, mientras que las ilustraciones han sido realizadas por Annalisa Ruggeri; la traducción del italiano es de Mario Valles de Tena.
2 Sobre las distintas fases de las operaciones modernas de rejuntado y sobre los instrumentos empleados, que no difieren mucho de los históricos, se pueden consultar varios manuales, entre los cuales Gottfried (2006, 73-74) y Conti (2011, 28, 32).
3 Después de los análisis efectuados por Venanzi (1953), en los que también se hace referencia a otros escritos suyos con ejemplos de rellenos de juntas, podemos citar otros trabajos sucesivos en los que aparecen alusiones a este tipo de acabados: Avagnina, Garibaldi, Salterini (1976-77), Pagliara (1980), Varagnoli.(1983), Barclay Lloyd (1985), hasta los más recientes de Fiorani (2009), Scarsella (2011), Montelli (2011), Squassina (2011a) (2011b).
4 En el presente estudio se ha empleado la nomenclatura adoptada en gran parte por Angela Squassina (2011b, 263) para los acabados de las juntas en los paramentos de latericio de la ciudad de Venecia, e parcialmente ya empleada por Venanzi (1953, 34-39), con añadidos y variantes según han requerido los datos recogidos en la investigación.
5 Véase Venanzi (1953, 34-39), en el que también se citan rejuntados, tanto de tipo simple como doble, que se observan en muros de «bloques paralelepípedos de piedra» datados en el Bajo Imperio (284-476), en acrópolis de Butrinto, actualmente en territorio albanés; también se alude a «reanudación» del uso del rejuntado, en el centro de los lechos de mortero, durante el siglo XVI, como ha comprobado en las primeras construcciones de los Jesuitas en Roma.
6 Para las dataciones de los muros medievales del Patrimonio de San Pietro in Tuscia se hace referencia a Chiovelli (2007), para las de Roma a Esposito (1998) y a Montelli (2011). Para la iconografía de las juntas véase Chiovelli (2006).
7 Se puede encontrar una investigación más detallada relativa a los derrumbes y a las reconstrucciones que han influido en las fases constructivas de la Casa de los Crescenzi, con una hipótesis reconstructiva de su estructura medieval original, en Chiovelli (2015), de donde han sido tomadas las consideraciones de este trabajo.
8 En realidad, también los pocos restos de los pilares del pórtico de San Giorgio al Velabro, salvados de la destrucción del atentado de 1993, parece que muestren restos de juntas rejuntadas a doble inclinación, hecho que por tanto ampliaría el empleo de este tipo de rejuntado a todo el siglo sucesivo, dado que la construcción del pórtico se data en el periodo en que fue titular de la iglesia el cardenal Jacopo Caetani degli Stefaneschi, entre 1295 y 1301.

Lista de referencias

Apolloni, Bruno Maria. 1940. «La Casa dei Crescenzi nell'architettura e nell'arte di Roma medievale» En *Il Centro di Studi di Storia dell'Architettura*, 27-37. Roma: Centro di Studi di Storia dell'Architettura.

Avagnina, Maria Elisa; Garibaldi Vittoria; Salterini Claudia. 1976-77. «Strutture murarie degli edifici religiosi di Roma nel XII secolo». *Rivista dell'Istituto Nazionale di Archeologia e Storia dell'Arte*, 23-24: 173-255.

Barclay Lloyd, Joan E. 1985. «Masonry Techniques in Medieval Rome, c. 1080 – c. 1300». *Papers of the British School in Roma*, 53: 225-277.

Chiovelli, Renzo. 2006. «Per una storia della cultura dei materiali costruttivi medievali: il problema dell'interpretazione iconografica». En *Arnolfo di Cambio e la sua epoca. Costruire, scolpire, dipingere, decorare*, editado par V. Franchetti Pardo, 249-260. Atti del Convegno Internazionale di Studi, Firenze-Colle di Val d'Elsa 7-10 marzo 2006. Roma; Viella.

Chiovelli, Renzo. 2007. *Tecniche costruttive murarie medievali. La Tuscia*. Roma: «L'Erma» di Bretschneider.

Chiovelli, Renzo. 2015. «La struttura medievale della Casa dei Crescenzi tra crolli e ricostruzioni». En *La Casa dei Crescenzi sede del Centro di Studi per la Storia dell'Architettura*, editado par M. Docci. *Bollettino del Centro di Studi per la Storia dell'Architettura*, 45-51: 39-61.

Conti, Giordano. 2011. *La pratica dell'architettura. Manuale sulle tecniche costruttive tradizionali*. Santarcangelo di Romagna: Maggioli.

Esposito Daniela. 1998. *Tecniche costruttive murarie medievali. Murature «a tufelli» in area romana*. Roma: «L'Erma» di Bretschneider.

Fiorani, Donatella. 2009. «Intonaci e finiture basso-medievali in Abruzzo e in centro Italia: temi e problemi». En *Muri parlanti. Prospettive per l'analisi e la conservazione dell'edilizia storica*, editado par C. Varagnoli, 143-154. Atti del convegno, Pescara 26-27 settembre 2008. Firenze: Alinea.

Gottfried, Arie. 2006. *Le tecnologie e le tecniche esecutive. Quaderni del manuale di progettazione edilizia*. Milano: Hoepli.

Montelli, Emanuela, 2011. *Tecniche costruttive murarie medievali. Mattoni e laterizi in Roma e nel Lazio fra X e XV secolo.* Roma: «L'Erma» di Bretschneider.

Pagliara, Pier Nicola. 1980. «Note su murature e intonaci a Roma tra Quattrocento e Cinquecento». *Ricerche di Storia dell'Arte*, 11: 35-44.

Scarsella, Gian Paolo. 2011. «Continuità e evoluzione nei sistemi di finitura muraria e di rivestimento esterno dell'edilizia storica». En *Tradizione del costruire nel territorio nazionale*, editado par A. C. Dell'Acqua, V. Degli Esposti, A. Ferrante y G. Mochi, 91-98. Firenze: Alinea.

Squassina, Angela. 2011a. «Le variazioni dimensionali e delle lavorazioni di superficie dei laterizi a Venezia: la chiesa dei Carmini come sequenza cronologica». En *Venezia: forme della costruzione, forme del dissesto*, editado par F. Doglioni y G. Mirabella Roberti, 66-88. Venezia: Cluva.

Squassina, Angela. 2011b. «Murature di mattoni medievali a vista e resti di finiture a Venezia». *Arqueologia de la arquitectura*, 8: 239-271.

Varagnoli, Claudio. 1983. «Le cortine laterizie». En *Le tecniche edilizie e le lavorazioni più notevoli nel cantiere romano della prima metà del Seicento. Ricerche di storia dell'arte*, 20: 77-84.

Venanzi, Corrado. 1953. *Caratteri costruttivi dei monumenti. I. Strutture murarie a Roma e nel Lazio. Parte I*. Spoleto: Centro di Studi per la Storia dell'Architettura.

Wickham, Chris. 2011. *Roma medievale. Crisi e stabilità di una città, 900-1150*. Roma: Viella.

Epístolas para el Obelisco. Discusiones sobre la técnica constructiva para el monumento de Buenos Aires en la década de 1930

Anabella Elizabeth Cislaghi Juber
Nicolás Adriel Barboza Dri

El proyecto y construcción del Obelisco, monumento conmemorativo de los cuatrocientos años de la primera fundación de Buenos Aires en Argentina, para la década de 1930, no estuvo exento de debates. El encargo, recibido por el arquitecto Alberto Prebisch, uno de los principales portavoces de la modernidad en Argentina, situa la obra en el centro de una controversia entre su autor y los principales detractores del proyecto, Alejandro Christophersen y Alejandro Bustillo. La discusión disciplinar, polarizada entre los defensores de la tradición académica y los representantes de una modernidad anclada principalmente en la valorización técnica desde su constitución formal y material, acapara un estimulante diálogo.

Las riesgosas condiciones de cimentación, establecidas sobre túneles de líneas de subterráneos determina, luego de un intensa disputa, una configuración formal y constructiva que deja entrever una decidida orientación. Analizar las discusiones disciplinares en sede técnica que se produjeron alrededor del monumento permite comprender una nueva dimensión de la construcción en la arquitectura, desde su valor cultural, para la Argentina en la década de 1930.

Una recuperación desde los intercambios, críticas y réplicas que abrieron polémicas en las publicaciones periódicas de la época, con referencias que involucran un particular desarrollo epistolar. La trascendencia que el Obelisco alcanza en esta escena, más allá de su significación intrínseca por el carácter monumental de su arquitectura, estriba principalmente en sus particularidades constructivas y materiales, cuyos procedimientos modernos de edificación significaron una revisión de las nociones técnicas de la disciplina, en el marco de la mentada dicotomía tradición-vanguardia. Este trabajo reconoce en las características materiales, constructivas y tecnológicas que hacen de la resolución técnica del Obelisco su aspecto central, a partir del estudio en las revistas disciplinares.

El Obelisco de Buenos Aires

La construcción del Obelisco surge por la iniciativa del Gobierno Municipal de Buenos Aires, a cargo del intendente Abog. Mariano de Vedia y Mitre, en febrero de 1936, con objeto de conmemorar los cuatrocientos años de la primera fundación de la ciudad, y fue inaugurado el 23 de mayo del mismo año por el presidente de la nación Agustín Pedro Justo. El proyecto del monumento forma parte de un conjunto de grandes intervenciones llevadas a cabo por la intendencia de Buenos Aires, desde el comienzo de su la gestión en 1932. Entre estas obras se encuentran el ensanche de la avenida Corrientes, la apertura de la avenida Roque Sáenz Peña –también denominada Diagonal Norte-, el trazado de la avenida «más ancha del mundo», la Norte-Sur–actual Av. 9 de Julio–, y el tendido de nuevas líneas de subterráneos –C y D, sumadas a las ya existentes A y B-. Con el emplazamiento del Obelisco sobre la Plaza de la República (figura 1), ubicada en el eje de la avenida Norte-Sur,

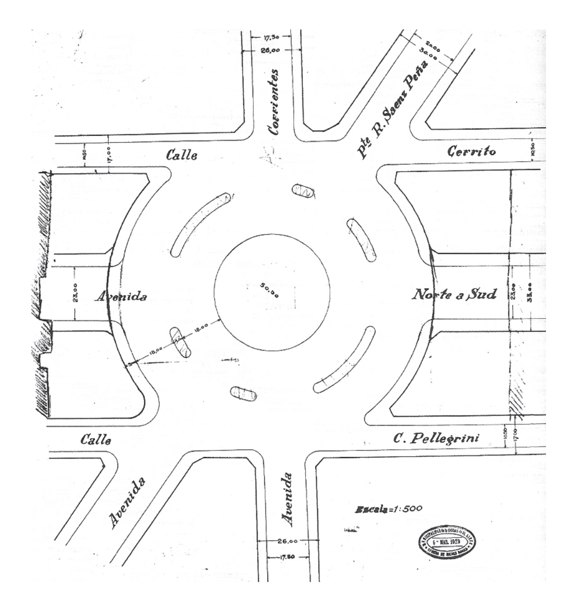


Figura 1
Planimetría de proyecto (1929) de la Plaza de la República con el trazado de las avenidas (Tartarini 1999)

en su intersección con las avenidas Corrientes y Roque Sáenz Peña, y sobre los túneles de los subterráneos, el monumento se convierte en el objeto centro de las transformaciones de Buenos Aires moderna (figura 2).



Figura 2
El Obelisco de Buenos Aires en 1936. Al fondo la avenida Roque Sáenz Peña. A la izquierda los edificios a demoler para el ensanche de la avenida Corrientes (Coppola, De Zuviría y Gorelik 2012)

El proyecto y ejecución del monumento estuvo a cargo del arquitecto Alberto Prebisch, quién fue una destacada figura en el campo arquitectónico de las décadas del 20, 30 y 40 en Argentina. La propuesta de erigir un obelisco en la Plaza de la República fue concebida por Atilio Dell’Oro Maini, Secretario de Hacienda y Administración de la Intendencia Municipal, quien sugirió al intendente la adjudicación del proyecto para su compañero Alberto Prebisch. (Tartarini 1999)

El Obelisco es una construcción de hormigón armado, a la manera de columnas y tabiques originalmente revestidos de piedra blanca calcárea, que cuenta con una altura total de 67.50 metros y una

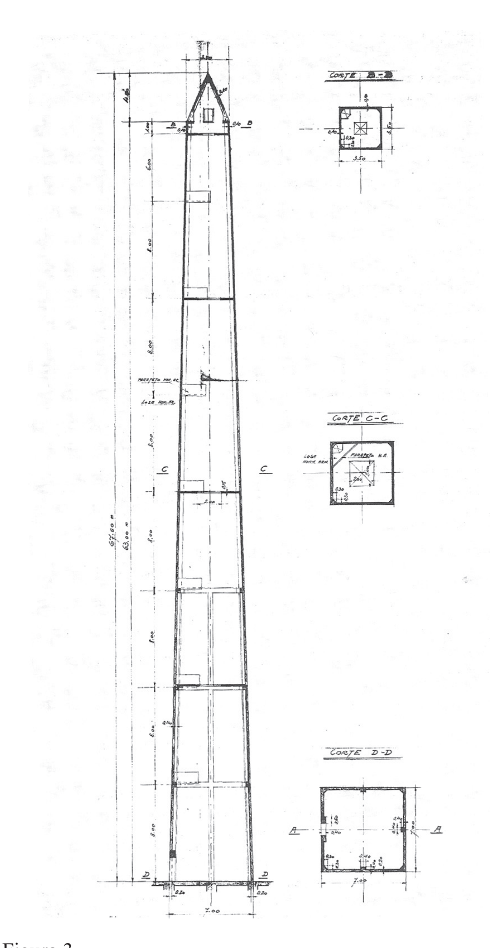


Figura 3
Planimetría del Obelisco (Tartarini 1999)

sección cuadrada de 7 metros de lado en la base. El ápice está constituido por una pirámide de base cuadrada de 3.50 metros de lado y 3.50 metros de altura (figura 3). La resolución constructiva del monumento surge como consecuencia de la imposibilidad de levantar un objeto monolítico (característica material fundamental de los obeliscos egipcios originales) por las riesgosas condiciones de fundación que imponían los túneles subterráneos del subsuelo. Con el proyecto propuesto por Alberto Prebisch, el arquitecto logra conjugar la abstracción geométrica de la constitución formal, de clara tendencia racionalista, y una configuración del entorno edilicio proyectado para las nuevas avenidas en proceso de ejecución, con una composición en simetría y proporciones de la tradición académica (figura 4). Todo esto, a partir de las capacidades técnicas que le permitieron los nuevos materiales y procedimientos constructivos tensionantes de la modernidad argentina.

El contexto disciplinar de Argentina en la década de 1930

La construcción del Obelisco de Buenos Aires fue realizada bajo una serie de tensiones técnicas, estéticas y sociales. Bajo corrientes racionalistas por un lado, marcada principalmente en la proliferación de edificios en altura para viviendas de renta, y que vienen de la mano de la coyuntura política conservadora

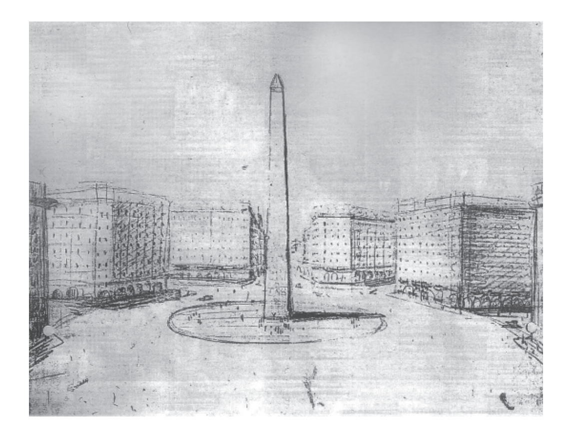


Figura 4
Croquis de diseño original para el Obelisco (Gutiérrez 1999)

posterior al golpe de estado de 1930 y una reactivación de la economía nacional basada en la industrialización por sustitución de importaciones para paliar los efectos de la crisis de 1929. Y por otro, la tradición ecléctica constituyó la base cultural amplia de la producción arquitectónica, construyendo una ciudad de Buenos Aires bajo los preceptos académicos durante finales de siglo XIX y principios del XX. Esto no constituyó una ruptura, sino que emergió como vehículo de homogeneización entre la diversidad lingüística de uno y la eficiencia técnica como signo de modernización del otro. Es decir, es importante manifestar que, si bien hubo tendencias y pensamientos de determinados arquitectos «reaccionarios» y reformistas y otros anclados en una posición más conservadora de la disciplina, la producción arquitectónica no estuvo polarizada en términos de dicotomía tradición-vanguardia, sino que son parte de un proceso de revisión y articulación de la arquitectura con las transformación culturales del periodo en cuestión (Liernur 2001).

La producción arquitectónica argentina de principios de siglo XX, se encontraba en un clima de búsqueda estilística para la renovación del repertorio utilizado por siglo XIX, en agotamiento. Como ejemplo se pueden reconocer la corriente neocolonial, que intentaba encontrar el gen de la identidad nacional en las arquitecturas del período hispánico, o el Art Decó. Sin embargo, estas búsquedas estuvieron sesgadas por la arquitectura eclecticista de fuerte carácter retórico, en la que la composición de fachada y el ornamento constituían el medio para la comunicación. La puesta en discusión de esa «ornamentación» constituye una base conceptual importante para la modernidad argentina.

Un punto de interés radica en la objetividad de la forma anclada en la expresión de los nuevos materiales como verdad técnica, ajena de toda subjetividad retórica otorgada al ornamento como manifestación de lenguaje. La objetividad de la arquitectura moderna venía acompañada de la formación académica de base ingenierîl de estos arquitectos, en cuyo empleo eficiente de materiales, cálculo estructural y optimización económica, encontraban la «verdad» estética por fuera de toda caracterización retórica. Aún así, esta «ética» arquitectónica no dejo de funcionar como lenguaje de una modernización y progreso, que se puede encontrar en la monumentalización de los edificios públicos construidos por los gobiernos conservadores

de la década o la representación que la eficiencia técnica de los edificios de renta encontraba como valor cultural en la arquitectura moderna (Liernur 2001).

La figura de Alberto Prebisch

El arquitecto Alberto Prebisch recibió una formación anclada en el sistema tradicional y siguiendo las normas del academicismo. Sin embargo, es uno de los primeros arquitectos que en la década de 1920 asume la búsqueda de un nuevo camino para la arquitectura alejado de la utilización de formas historicistas. Aún con un sentido de la tradición muy arraigado y una constante reivindicación de lo clásico, entendía que la nueva arquitectura debía responder al tiempo presente, a las técnicas, tecnologías y materiales nuevos de la época, encontrando en las razones estructurales la clave conceptual de la arquitectura para desprenderse de la ornamentación del eclecticismo (Gutiérrez 1999).

Prebisch encontraba en los materiales y su expresión constructiva el núcleo desde el cual se podía lograr aquel despojamiento de excesivo adorno y decoración en que había caído la arquitectura. «La «arquitectura de hoy» debía responder a los materiales de hoy –el hierro y el hormigón armado–, y al espíritu de hoy, el de la máquina y el cálculo, el de la precisión.» Además consideraba que su belleza «no podía radicar en el ornamento sino en la articulación de las formas desnudas, [y] estaba dada por la armonía de las proporciones.» (Liernur 2001, 210). Estas consideraciones ideológicas respecto de la arquitectura de la época, que defendía como los nuevos principios del arte desde su trabajo en la revista Martin Fierro, lo ubicaron en el grupo de los «modernistas» y lo llevaron a un plano de la confrontación. Entre sus opositores, que desde la Revista de Arquitectura de la Sociedad Central de Arquitectos y el diario La Nación, emitían irónicos comentarios, se encontraban Alejandro Christophersen y Alejandro Bustillo.

El Obelisco de Buenos Aires, comparte la centralidad de las críticas más duras, principalmente por parte de Christophersen y Bustillo, que llevan a debate su arquitectura. Además, no está exento de comentarios por parte de los detractores políticos al gobierno conservador del período. Las características de su configuración constructiva, con estructura de hormigón que encierra el vacío del espacio interior, en clara contradicción con la expresión monolítica de los obeliscos egipcios levantados piedra sobre piedra, ponen en el núcleo del debate la cuestión técnica de su arquitectura.

Valor cultural de la técnica: progreso y modernización

La relevancia del Obelisco viene dada por la cristalización de una cultura que está fuertemente marcada por el impacto que la técnica imprime en la sociedad de la época, y que se traduce en configuraciones urbanas y arquitectónicas cargadas de una fuerte representación e imaginarios que giran alrededor del progreso. Aparecen así imágenes y representaciones de una ciudad que refleja lo vertiginoso del cambio, la velocidad de la vida urbana moderna y las proyecciones a futuro de una pujanza sin restricciones por parte del proceso modernizador. La arquitectura más importante de Buenos Aires en el período, se constituye como elemento que manifiesta todas estas transformaciones, tanto sociales como culturales, en sus características de monumentalización del espacio urbano en clave moderna, y en discusión con la arquitectura del pasado reciente.

La presencia que lo construido, lo material, la ciudad física tiene en las representaciones sociales ha tenido mucha importancia a lo largo de la historia, asociando símbolos e imaginarios con las configuraciones urbanas de los asentamientos. La ciudad moderna se ha convertido en el objeto de representación más relevante de las transformaciones producidas en función del progreso, el avance y la evolución que las nuevas posibilidades científico-técnicas permiten, porque constituye el espacio donde se desarrollan las actividades políticas, económicas y sociales de la nueva vida urbana de las sociedades modernas. Estudiar las características urbanas de Buenos Aires en la época, con el Obelisco como centro de todo el proceso de configuración, significa analizar la ciudad como objeto clave desde donde sus representaciones manifiestan el optimismo irrestricto de la sociedad en el avance técnico como instrumento de modernización y los imaginarios que confluyen desde las transformaciones materiales que supone.

La descripción que hace Gorelik de la situación de Buenos Aires en el período, permite evidenciar la actividad incesante de una sociedad entusiasta y presuntuosa (figura 5):



Figura 5
Obras de ensanche de la avenida Corrientes. Al fondo, el Obelisco en construcción, 1936 (Coppola, De Zuviría y Gorelik 2012)

> En menos de una año se demolió y abrió la Avenida Corrientes desde Callao hasta Pellegrini, y al otro año desde allí hasta Alem…; en un tiempo similar se demolieron las cinco manzanas completas que formaron el comienzo de la avenida 9 de Julio…;en 60 días se levantó la obra cumbre, desde un punto de vista simbólico, de toda la «operación», el obelisco, en la intersección de tres avenidas también abiertas entonces, la diagonal, Corrientes y 9 de Julio, y sobre el mismo túnel de dos líneas de subterráneos que también estaban en construcción. Nuevamente, Buenos Aires parecía el lugar en el que nada era imposible (Gorelik 1998, 394).

Así también, las búsquedas formales compactas, propias de la Arquitectura Moderna argentina, daban cuenta de una representación de la eficiencia profesional, marcada principalmente por consideraciones técnicas, estructurales y funcionales que eran la base sobre la cual conseguían el «carácter» o «estilo» de la nueva arquitectura (Liernur 2001).

La construcción moderna en Argentina

Las fuertes relaciones económicas que Argentina tuvo con Gran Bretaña a lo largo del siglo XIX y parte del XX, contribuyeron a la utilización de la tecnología del hierro y el acero para la construcción de innumerables obras, principalmente en el sector productivo (puertos, usinas, almacenes, puentes, vías férreas, etc.). Sin embargo, el crecimiento de la economía alemana sobre finales de siglo XIX lleva a ampliar su mapa de inversiones en busca de nuevos territorios sobre los que desarrollar sus empresas. Como exponen Grementieri y Shmidt (2010), desde 1880 se observa una proliferación de empresas alemanas con filiales en Argentina, que a lo largo de la década de 1920 y principalmente 1930, fueron importando al país piezas y componentes, como así también procedimientos y proyectos. Esto vino acompañado de la inserción de nuevas tecnologías, entre las que el hormigón armado figura como las de mayor calibre, ganando terreno en el campo de la construcción de infraestructuras y arquitectónicas en competencia con la hegemonía del hierro y el acero.

La presencia de grandes empresas alemanas significó la importación de técnicas en hierro y hormigón armado, que abarcaron la construcción de gran cantidad de obras públicas, principalmente en Buenos Aires. Se destacan Phillip Holzmann, predominante en las tecnologías del hierro; Wayss & Freytag, pionera en el desarrollo del hormigón armado; y Gruen & Bilfinger, que fue convocada para importantes intervenciones de saneamiento y tendido subterráneo con técnicas de hormigón armado. Es de gran significación, aclarar que esta última empresa fue la encargada de la construcción del Obelisco y las líneas de subterráneo que pasan por su subsuelo (figura 6 y 7).

Teniendo en cuenta lo vertiginoso de las obras que se estaban desarrollando en Buenos Aires a mediados de la década de 1930, el aluvión de empresas germanas promotoras de las eficientes técnicas constructiva, fueron impulsadas recíprocamente por la coyuntura económica argentina, la gran iniciativa de la obra publica por parte del Estado, el proceso de modernización que se estaba llevando a cabo en el país y el auge de las nuevas arquitecturas racionalistas del período. En este contexto «la ciudad parece reinventarse y abrir enormes «frentes de obra» urbanos, con gran participación de las empresas de origen alemán que refunden nuevamente diversas tecnologías para acelerar procesos, aumentar la eficiencia y optimizar recursos.» (Grementieri 2010, 135).

La construcción del Obelisco constituye un testimonio del gran sentido de la confianza y optimismo puesta en los nuevos procedimientos técnicos y tec-

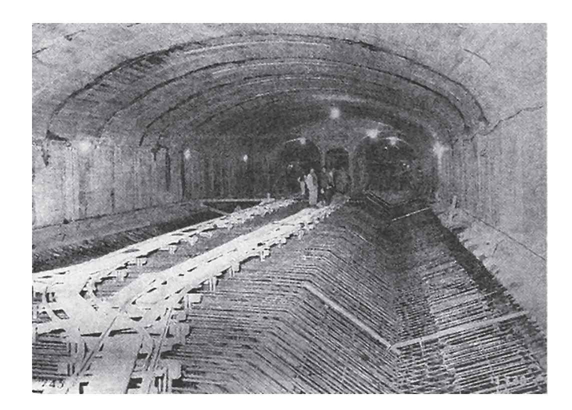


Figura 6
Túnel de la Línea D en construcción (1936) por las empresas Siemens-Bauunion, Geopé y Gruen & Bilfinger (Grementieri 2010)

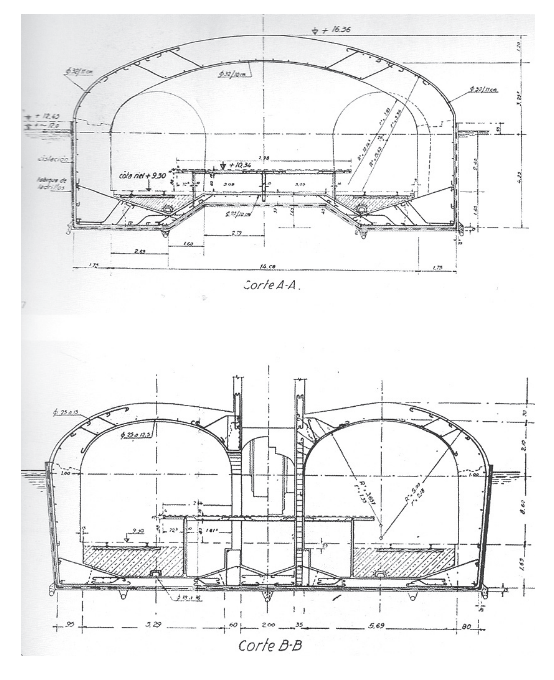


Figura 7
Proyecto de bóvedas y túneles en hormigón armado para la Línea D (1935) por las empresas Siemens-Bauunion, Geopé y Gruen & Bilfinger (Grementieri 2010)

nologías al alcance de la mano en Argentina para su momento. Toda una operación constructiva llevada a cabo con celeridad, precisión y eficiencia que puso en juego toda la capacidad técnica para eludir los diversos obstáculos en su edificación por las condiciones de su emplazamiento.

Los planos definitivos fueron aprobados el día 20 de febrero de 1936 y para el 16 de marzo del mismo año las obras ya estaban iniciadas, luego de resolver algunos imprevistos en las excavaciones alrededor de los túneles subterráneos. La finalización del grueso de las obras fue el 28 de abril, contando tan solo 31 días de ejecución del trabajo del hormigón armado, cuya recepción provisoria se realizó el 2 de mayo. La velocidad de la construcción en tiempo récord es la manifestación cabal de la experticia técnica puesta en juego, con un trabajo que reunió un total de 680 m³ de hormigón que era volcado en tramos de 2 metros a través de un andamiaje de madera que se ubicaba alrededor de la obra (figura 8).

Las condiciones de cimentación sobre los túneles de las líneas de subterráneos suponían un gran riesgo para el levantamiento de una obra de semejante en-

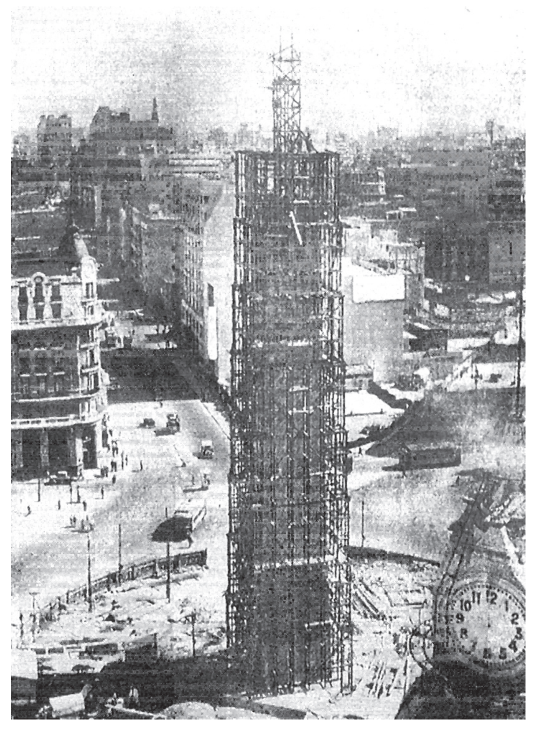


Figura 8
El Obelisco en construcción, 1936 (De Ayerza 1999)

vergadura. Esta situación significó una operación ingenieril que obligó el desarrollo de un gran trabajo de características técnicas, tanto por parte del arquitecto Prebisch como de las empresas constructoras encargadas de la ejecución. La resolución estructural fue lograda por la ubicación de dos grandes bases a los lados del túnel de la línea D, que a su vez descansaba sobre dos túneles inferiores de la línea B. Sobre estas dos bases apoyaban cinco vigas de gran envergadura que servían de soporte a una extensa losa sobre la cual apoyó el Obelisco. Una vez más, puede percibirse la demostración de una actividad profesional, administrativa y constructiva muy ufana, a la que ningún obstáculo parecía detener en sus ambiciones y determinaciones de lograr las mayores empresas posibles.

Una de las características más importantes del monumento, para lograr erigir un objeto de semejante calibre sobre un terreno de riesgosa seguridad y estabilidad, fue su configuración en forma hueca. El interior se encuentra totalmente vacío, sólo con algunos descansos cada 8 metros para acompañar el ascenso por una escalera marinera hasta la cúspide. Los tabiques de hormigón, con un promedio de 20cm de espesor, permitieron aminorar las cargas totales sobre los cimientos (figura 10). Para lograr la expresión pétrea y monolítica, originales de los obeliscos egipcios, se resolvió revestir las caras exteriores de los tabiques con piedras blancas de Córdoba, que años después se desprenderían, quedando sólo la terminación en revoque como permanece hasta la actualidad. Esta solución constructiva es quizás el punto de críticas más importante por parte de sus detractores.

El Obelisco centro de la controversia

Como previamente se ha mencionado, la construcción del monumento ubicó al Obelisco en el centro del debate y las críticas, desde el primer momento en el que el Intendente Municipal Mariano de Vedia y Mitre dictaba el decreto por el cual anunciaba la edificación de la obra conmemorativa (figura 11). Las primeras críticas se dieron en torno al ámbito político, en el cual los opositores entendían irregular la

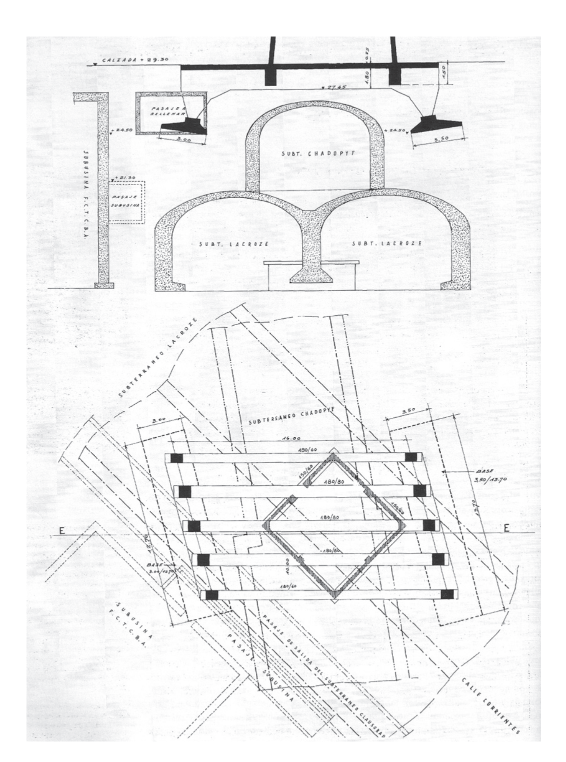


Figura 9
Detalle de estructuras de fundación del Obelisco (De Ayerza 1999)



Figura 10
Imagen interior actual del Obelisco (Brandariz y Zemborain 2012)



LAS NUEVAS EXTRALIMITACIONES DE LA INTENDENCIA MUNICIPAL

Las actuales autoridades del Departamento Ejecutivo de la Municipalidad de la capital, según es notorio, han incurrido y siguen incurriendo en muchas extralimitaciones legales, con la suave oposición, unas veces, y con la tolerancia in-

EL OBELISCO FAMOSO

Los egipcios, principales cultores de este género de arte recordatorio que fueron sus obeliscos, no llegaron jamás a poseer uno tan famoso, como lo será dentro de poco tiempo el que en breve lucirá en el centro de la Plaza de la República.

Ya dijimos ayer que nosotros, sin

Hasta ahí la opinión valiosa del autor del obelisco, el ingeniero Prebisch, hombre de consolidada reputación artística. Queda satisfecha así la expectativa que hubiera con referencia a este punto. Vayamos ahora a la furia del otro diario que ayer encaró el aspecto legal del

EL OBELISCO

Por GUBELLINI

antiguos levantaban los obeliscos para grabar en su piedra que los regían. Gubellini presenta este proyecto de obelisco los conservadores puedan inscribir en él la ley del fraude, ecimiento de futuras civilizaciones.

Nada Simboliza el Obelisco Proyectado en la Nueva Plaza

Habla de ese monumento el ingeniero Benito Carrasco

LA INICIATIVA

En la plaza de la República, recientemente inaugurada, se ha proyectado, y seguramente se llevará a cabo, la elevación de un Obelisco. A propósito de este decreto entrevistamos al ingeniero Benito Carrasco, quien nos ha dicho:

SENTIDO DE UN OBELISCO

—Todo obelisco tiene una significación determinada, dentro de su lugar y punto de ubicación.

Todos los obeliscos del mundo tienen un sentido, histórico, artístico, recordatorio, monumental, etc.

El obelisco es la condensación de un hecho, de una victoria, de una civilización, de un ideal, de algo, en fin.

Colocado siempre en un punto estratégico, representa y simboliza algo.

B. CARRASCO

¿QUE SIMBOLIZA?

El Obelisco

PROYECTO del obelisco que auspicia la Municipalidad para ser levantado en la nueva plaza de la República

1 Opinión SOBRE EL OBELISCO

No Será Monumental, Sino Desmesurado-Dice el Arq Alejandro Bustillo

ERROR TECNICO

Acerca del obelisco que se está erigiendo en la plaza de la República, que tan encontradas opiniones está suscitando, nos habla don Alejandro Bustillo, uno de los arquitectos más prestigiosos de nuestro

Figura 11
Recortes de diario de la época con titulares en crítica del Obelisco (Brandariz y Zemborain 2012)

manera en que la intendencia concibió y llevó adelante la decisión sin autorización legal ni del Congreso ni del Concejo. Alegando que el Obelisco era una manifestación del régimen conservador, no faltó la propuesta al Concejo Deliberante exigiendo su demolición (Tartarini 1999 y De Ayerza 1999).

Además de los embates políticos, surgió un debate en torno a las cuestiones formales, materiales y de significación del monumento, particularmente dentro del campo profesional de la arquitectura. Los ataques, críticas y elogios para el Obelisco en diferentes periódicos y medios gráficos de la época, permiten constatar la existencia de dos grupos divididos entre los defensores y detractores del proyecto. Entre los distintos profesionales y artistas que se expresaron en contra, se encontraban los arquitectos Christophersen y Bustillo y el ingeniero Benito Carrasco. Los defensores contaban con el apoyo principalmente de los diferentes escultores, escritores y pintores que integraban el grupo Sur, cuya figura mas importante es la escritora Victoria Ocampo.

Para hacer una descripción de las opiniones, se puede decir que los detractores del Obelisco «[c]onsideraban en general que el futuro monumento era una imitación sin antecedentes en nuestra cultura, con el agravante de que era hueco, vacío de significado, de un tamaño desproporcionado con relación al entorno, y confeccionado con un material no digno para un emplazamiento de esa importancia.» Por su parte, los que adherían a las virtudes del monumento entendían que «el Obelisco tendría belleza y sentido. Belleza abstracta de armoniosas líneas puras y estilizadas, de silueta geométrica y elegante; y sentido, en lo que todo obelisco simboliza de esfuerzo, pujanza, progreso material y espiritual.» (De Ayerza 1999, 147)

El ingeniero Benito Carrasco desde el periódico Noticias Gráficas, aludía al monumento una falta de significación total, por encontrarse alejado de todo el sentido histórico y recordatorio de la conmemoración de un hecho, victoria o ideal que caracterizaba los obeliscos tradicionales. Describiéndolo como «una triste obra de mampostería», reducía al mínimo todo su valor artístico a partir de sus propiedades materiales y constructivas.

Evocando las discusiones con Alberto Prebisch de años anteriores, en torno a la controversia de la nueva arquitectura, Alejandro Christophersen atacaba también las características materiales del monumento, considerando indigna la obra de hormigón armado y muy alejada de los valores históricos de los grandes obelisco egipcios, que según su perspectiva, eran «construidos con materiales nobles y de carácter monolítico» (Tartarini 1999, 135).

Por su parte, Alejandro Bustillo expresaba sus embates hacia el Obelisco con el foco puesto en la materialidad. Aduciendo la desmesura y monstruosidad, en palabras suyas, expresó su fuerte crítica al camuflaje que manifestaba el hormigón revestido en piedra, considerándolo vacío de sentimiento. La idea de falsedad está presente en los comentarios respecto del monumento, que van de la mano con un análisis mas general de la arquitectura.

Respecto a estos comentarios de los opositores, Prebisch respondía también desde los diarios como

Noticias Gráficas y La Nación. Consecuente con sus ideas arquitectónicas, el arquitecto defendía el empleo del hormigón armado como el material de la época y explicaba que toda su función estructural no quedaba oculta detrás de las lajas de piedra, porque la disposición de las piezas con sus juntas visiblemente reveladas, manifestaba su singular rol de revestimiento, ajenas a todo trabajo de sostén. Argumentando no sólo sobre el objeto monumento sino sobre los principios arquitectónicos de sus detractores. La falsedad, la imitación y la mentira de la ornamentación, los estilismos y elementos decorativos que formaban parte del repertorio eclecticista clasicista defendido por aquellos arquitectos, era tema central del discurso de Prebisch que los acusaba de incoherentes con sus prédicas.

Comentarios Finales

De considerar el contenido de las reflexiones sobre el Obelisco, la importancia de lo técnico dentro del campo artístico en términos estilísticos, expresivos y de significado, la injerencia que las decisiones materiales tienen en el campo del saber arquitectónico, y el rol cultural que se le otorga a la técnica, quedan expresadas. Como afirmaba Prebisch en La Nación del año 1936, «la libertad de acción del artista está sólo condicionada por el material que trabaja y el fin propio de la obra». El valor de los materiales y sus particularidades tectónicas, como puede leerse en las críticas al monumento, se convierten entonces en el eje principal de análisis y reflexión respecto de la arquitectura argentina del período.

El monumento actua como vórtice de especulaciones teóricas, acciones urbanas y decisiones técnicas. Desde distintos niveles de análisis, las posibilitantes técnicas, técnológicas y constructivas, han signado postulados y opiniones. Erigir un artefacto de 70 metros de altura sobre un terreno socavado por túneles subterráneos, sobre la «avenida más ancha del mundo» para consolidar la imagen de un nuevo centro «moderno» para la Buenos Aires en progreso de 1930, significó la puesta en marcha de toda una operación apoyada principalmente en la confianza en las capacidades técnicas, tanto en las resoluciones ingenieriles de la construcción física de la ciudad, como de los procedimientos político-administrativos del gobierno a cargo. La valoración técnica, constructiva y material forma parte inseparable del contexto cultural de la modernidad en la Argentina de la década, y encuentra en el Obelisco, y su controversia, la cristalización simbólica de la inquebrantable pujanza y ostentación de progreso de aquella modernización.

Lista de referencias

Brandariz G. y E. Zemborain 2012. *Obelisco, ícono de Buenos Aires*. Buenos Aires: My Special Book.

Coppola, H.; De Zuviría, F. y Gorelik, A. 2012. *Coppola+Zuviría: Buenos Aires*. Buenos Aires: Ediciones Larevière.

De Ayerza, M. D. M. 1999. «El Obelisco y sus polémicas». En *Alberto Prebisch. Una vanguardia con tradición*, editado por AA.VV., 9-36. Buenos Aires: Fundación Cedodal.

Gorelik, A. 1998. *La grilla y el parque. Espacio público y cultura urbana en Buenos Aires, 1887-1936*. Buenos Aires: Universidad Nacional de Quilmes.

Grementieri, F. y C. Shmidt 2010. *Alemania y Argentina: la cultura moderna de la construcción*. Buenos Aires: Larivière.

Gutiérrez, R. 1999. «Alberto Prebisch: una vanguardia con tradición». En *Alberto Prebisch. Una vanguardia con tradición*, editado por AA.VV., 9-36. Buenos Aires: Fundación Cedodal.

Liernur, J. F. 2001. *Arquitectura en la Argentina del siglo XX. La construcción de la modernidad*. Buenos Aires: Fondo Nacional de las Artes.

Tartarini, J. 1999. «El Obelisco». En *Alberto Prebisch. Una vanguardia con tradición*, editado por AA.VV., 127-144. Buenos Aires: Fundación Cedodal.

De torre medieval a patrimonio recuperado: el castillo-palacio de los Ribera (Bornos, Cádiz)

Luis M. Cobos Rodríguez
Esperanza Mata Almonte
Consuelo Prados Roa

El Castillo-Palacio de los Ribera es uno de los edificios históricos más emblemáticos de Bornos, con una situación simbólica en la plaza principal, junto al Ayuntamiento y la Iglesia de Santo Domingo de Guzmán.

Contexto histórico. De Torre a Palacio

El origen del edificio se relaciona con un núcleo del poblamiento islámico iniciado en torno a una torre, en un emplazamiento estratégico, junto al río Guadalete y en la vía de comunicación entre la campiña y la sierra de Cádiz. La existencia de una población en el siglo XIII está ya mencionada en el privilegio de Alfonso X, del 17 de julio de 1258, expedido en Arévalo, a Per del Castel al que le concede la aldea de Bornos, y quedaba obligado a proteger a los musulmanes que moraban allí. Con la venta de la villa en 1398, por 3.000 doblas, a Per Afán de Ribera, Adelantado de Andalucía, Bornos queda vinculada a este linaje (Franco 2000).

Son aún muy escasos los datos arqueológicos sobre la fase de ocupación islámica y evolución posterior del espacio que hoy ocupa el núcleo urbano. El poblamiento de Bornos sería muy débil hasta el siglo XV, debido a la proximidad de la frontera. A partir de entonces la transformación es evidente, como muestran los diversos edificios civiles y religiosos construidos en los siglos XV y XVI.

La primitiva torre destaca en el ángulo suroeste del inmueble, de ella parte hacia el este y oeste el lienzo de muralla que delimitaba el recinto urbano medieval. Se distingue una primera torre de planta cuadrada, de 8 × 8 m y 19 m de altura, a la que se adosa un segundo cuerpo también cuadrado, de 15 × 15 m y 13 m de altura, construido con gruesos muros de mampostería, con un pequeño patio central. Se le denomina también como castillo de Fontanar por la existencia de un nacimiento de aguas.

Contiguo a estas torres, se construye el palacio. Sobre sus fases constructivas, existe una primera referencia muy interesante en la inscripción epigráfica que se conserva, sólo en parte, en el entablamento de la galería baja de las crujías norte y oeste que dan al patio central. Dicha inscripción menciona a Francisco Enríquez de Ribera, que mandó construir la casa en 1490, y a Fadrique Enríquez de Ribera, Primer Marqués de Tarifa, con significativa alusión al año de 1519 y su embarco en Venecia hacia Jerusalén, peregrinaje que le marcó profundamente.[1]

El edificio tiene planta cuadrada y se desarrolla en torno a un patio central, con acceso por la crujía sur con la fachada principal orientada hacia la plaza. Este cuerpo sur presenta en planta baja un amplio zaguán-apeadero, cubierto con grandes alfarjes sobre canes. La portada del edificio es de diseño simple, centrada entre dos ventanas enrejadas y balcón superior a eje sobre cornisa con el escudo familiar. El enlucido originario quizás fuera el amarillo anaranjado tradicional en el manierismo sevillano y el de las rejas el tradicional color azul (Ríos 1998). En las citadas crujías norte y oeste destaca el claustro bajo, con



Figura 1
Situación del Castillo-Palacio de los Ribera

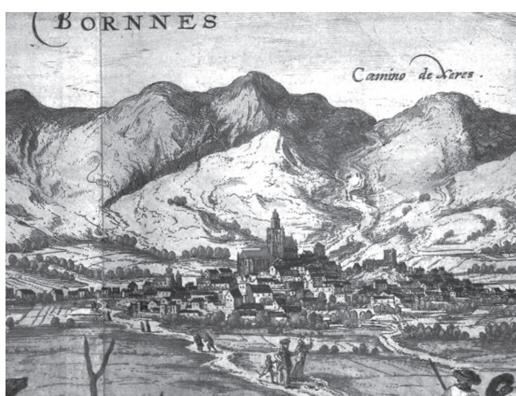


Figura 2
Dibujo de Bornos del *Civitates Orbis Terrarum* de G. Braun y F. Hogenberg (1572- 1617)

bellos arcos peraltados y columnas de orden toscano, y la galería alta con antepechos trasforados.

Una nueva etapa se inicia cuando la herencia de Fabrique pase en 1539 a su sobrino Per Afán III de Ribera y Portocarrero. Su estancia en Nápoles por su cargo de virrey, le ayudó en su formación artística, por el contacto con un selecto grupo de aristócratas e intelectuales, eruditos y estudiosos de las Bellas Artes, como el anticuario napolitano Adrian Spadafora que intervino en la selección de obras que conformaron su colección. Parte de esta colección se destinaría al castillo de Bornos que fue así reformado por encargo del virrey en 1566, al arquitecto napolitano Benvenuto Tortelo y posteriormente, en 1570, al escultor Giuliano Menichini. El castillo de Bornos, adquirió entonces un carácter de residencia moderna. La obra de Tortelo se centró en el diseño de unos amplios jardines, al norte y oeste del edificio, con logias para la exhibición de esculturas y que en parte aún hoy se conservan.

Destaca también en el palacio la Torre norte, denominada de Gallardo, por su decoración de esgrafiados segovianos y decoración escultórica del ventanal, enmarcado en una gruesa banda de cardinas, carnosas y sin espinas, habituales del periodo final del gótico; sobre ellas, una faja de formas geométricas y dos pajecillos, situados sobre ménsulas, sosteniendo otro decoración vegetal (Ríos 1998).

En la galería alta del ala Norte, destaca la decoración de la portada: en las jambas de la puerta, tallas de sirena en altorrelieve, dragones chinos y leones; sobre el dintel, una escena de caza, un lobo y un animal con dos cabezas (una gryllae); con remate de dos pajecillos que sustentan un motivo heráldico.

La fuente central del patio, de mármol de Génova tiene como ornamento los escudos de la familia, presentes también en otras partes del edificio: fajas de sinople sobre oro por los Duques de Alcalá, a las que en época posterior se añadirían las de España y Francia alternadas, tras la unión con los Medinaceli en 1637.

En el año 1708 se redacta un informe sobre el estado del palacio y se acompaña con unos planos que se conservan en el archivo de la Casa de Medinaceli, que eran sus nuevos propietarios. En dicho plano, las estancias del lado Este albergaban las denominadas



Figura 3
Portada de la galería alta del ala Norte

estancias «secreta» que agruparían posiblemente las caballerizas y las letrinas. En el ala Oeste se construyeron varias estancias, comunicadas entre ellas y con el jardín a través de una puerta de cantería y un gran salón que ocupaba un paño completo del patio prin-

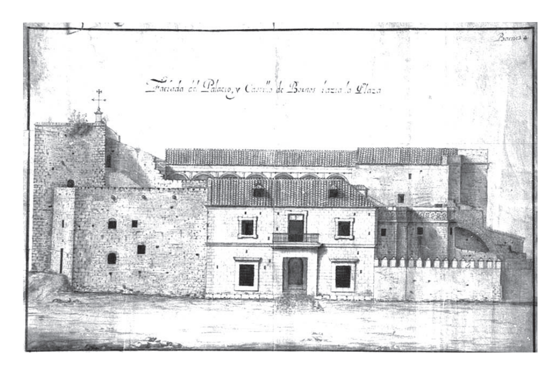


Figura 4
Fachada del Castillo-Palacio de Bornos. (Archivo de la Casa de Medinaceli, 1708)

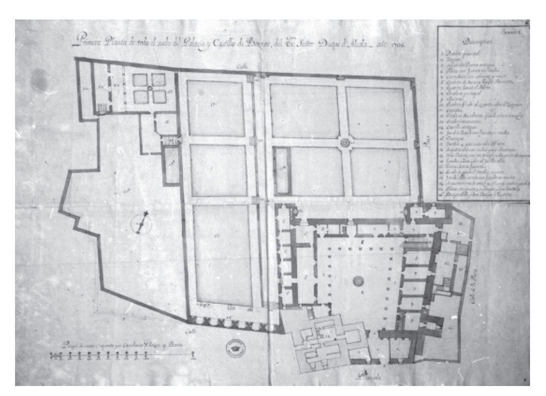


Figura 5
Primera Planta del Castillo-Palacio de Bornos. (Archivo de la Casa de Medinaceli, 1708)

cipal y que aparecen mencionadas en el plano como «Cuartos de verano orientados a Poniente». Corresponden al uso tradicional bajoandaluz de «par de casas» conforme al cambio de estaciones.

De Palacio a Patrimonio

El devenir histórico de la casa palaciega viene marcado desde finales del siglo XVIII, por una fase de abandono y deterioro paulatino a la que sucede, ya en el siglo XX, una diversidad de reformas conforme a los muy variados destinos del edificio, como escuela, viviendas, casino, etc.

Hay información de actuaciones puntuales, algunas para solucionar problemas urgentes como el desplome en 1940, después de un gran temporal, de parte del muro sur del castillo que fue luego reconstruido; o en el año 1954 cuando se realiza una importante sustitución en forjados en las galerías del claustro del ala norte, a fin de poder habilitar las dependencias de esa zona como escuela. Posteriormente se reforma el ala este para casino y centro de día de la tercera edad perforando la muralla para dar luz al local.

El Castillo-Palacio de los Ribera comprende actualmente un conjunto patrimonial con una superficie de 6.607 m^2, de los que 2.327 m^2 pertenecen a la edificación y 4.280 m^2 a los jardines.

A partir de los años 90, el Ayuntamiento, como propietario, promoverá sucesivos proyectos para una

rehabilitación integral del inmueble. Entre 1992 y 1995 se desarrolla una escuela-taller[2] que se centra en la recuperación de los trazos originales del castillo, ala sur y jardines, En 1998 el objetivo fue la consolidación y reparación de los elementos portantes y de las cubiertas del edificio, muy deteriorados.[3] En 2004, un Taller de empleo realiza la consolidación estructural de las alas norte y oeste con reformas de paramentos.

La rehabilitación del inmueble continúa en 2007, para adecuar las alas norte y oeste como Centro Cultural y Turístico, con salas expositivas. Es entonces cuando se incluye por primera vez una actividad arqueológica, aunque ya iniciada la obra, y que se dirige principalmente al análisis paramental de dichos espacios, que permitiera establecer criterios de acción e impacto de los nuevos trabajos sobre el edificio.

Alas Norte y Oeste

La intervención arqueológica tuvo como primer objetivo el conocimiento global del edificio, con una aproximación al reconocimiento y análisis de las diferentes fases constructivas principales y su posterior evolución, donde insertar las salas objeto de estudio.

La información de las fuentes documentales e investigaciones previas permitió establecer unas referencias concretas en la secuencia constructiva.

El edificio conserva el patio trapezoidal, de 24 × 21 m. aproximadamente. Los cuatro lados del patio están ocupados por otros tantos cuerpos del edificio y la escalera principal se encuentra en el ángulo opuesto a la primitiva torre. El lado sur es el acceso principal, los lados norte y oeste tienen una galería de 3,50 m. de ancho, alcanzando una altura en planta baja de 6,50 m. y en planta alta de 6,00 m. El ala oeste tiene dos crujías tras la galería, de 3,50 m y 5,50 respectivamente en dos plantas habiendo desaparecido la planta de entresuelos. El ala norte solo tiene una crujía tras la galería de 4,00 m de anchura conservando la planta de entresuelos entre la planta baja y la alta. El ala este lo ocupa un edificio levantado sobre las ruinas del ala que desapareció posiblemente tras el terremoto de 1755. Aquel edificio levantado hasta el nivel de la planta alta y cubierta con una azotea visitable fue sustituido por uno sin la arcada al patio, para almacenes y granero, forjados con rollizos, y con cubierta inclinada a dos aguas.

La inspección visual de los paramentos permitió una lectura general del proceso diacrónico del in-



Figura 6
Ala Norte del Palacio de los Ribera

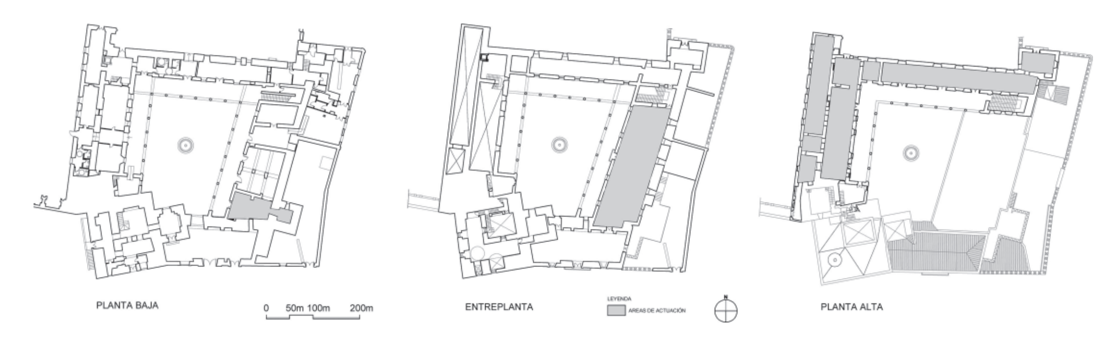


Figura 7
Plantas del edificio y áreas de actuación

mueble. La construcción de la casa-palacio aprovecha unas construcciones previas, adosando las alas oeste y sur a las torres de planta cuadrada, sobre las que aún no sabemos con precisión su momento inicial de época islámica o cristiana. Sí se observa un evidente cambio de orientación respecto a estas obras previas, de NO a N.

Vinculada a la primera fase constructiva de los Ribera, finales siglo XV-principios siglo XVI, identificamos el uso principal como aparejo del tapial, en muros encadenados con ladrillo y con alguna verdugada de ladrillo. Así se observa en la planta alta de las crujías norte y oeste tras la galería. Se ha diferenciado, sin embargo, un aparejo de tapial con características diferentes, de composición y tamaño de cajones, en el paramento sur de la estancia norte del ala Oeste. Como hipótesis planteamos su relación con una estructura anterior, quizás una torre previa al palacio y vinculada, por lo tanto con la torre cuadrada situada al sur. La segunda crujía del ala oeste es de una fase posterior, siglo XVII, su aparejo es de ladrillo, con disposición irregular y se abre hacia el jardín por medio de vanos adintelados con arcos abocinados y rebajados.

E. de los Ríos estudió las pinturas murales descubiertas en la sala principal de la galería del segundo piso, con motivo de unas obras de mantenimiento.[5] Son de carácter decorativo, imitando mármoles y aspas. El dibujo esboza formas arquitectónicas en un zócalo alto, con motivo de incrustaciones, en colores negros y rojos. Está rematado por una cestería gótica donde alternan elementos geométricos con flores y frutas. La corrección del dibujo revela su carácter culto. Según E. de los Ríos, no se puede establecer con exactitud la fecha y autoría de estos dibujos pero podría corresponder a los primeros años de Per Afán III.



Figura 8
Aparejo del tapial, en muros encadenados con ladrillo en la planta alta del ala Oeste

El análisis arqueológico permitió también el hallazgo singular de unos grafitos en la estancia norte de la sala oeste. Estos grafitos fueron consolidados y actualmente son visibles en la sala de exposición. Consideramos a estas representaciones gráficas como una evidencia arqueológica y por tanto material, que no debe ser sólo estudiada y analizada desde el punto de vista descriptivo y cronológico por razón de una metodología arqueológica, sino que corresponde igualmente a un examen de mayor profundidad donde, por un lado se le considere una fuente histórica más, tanto para los historiadores y arqueólogos, y por otro, trascienda de lo material para deducir y teorizar sobre la historia de las mentalidades de las sociedades y sobre el estudio del pensamiento en especial de las medievales y modernas. Es por ello, que pueden aportar mayor información al estudio integral del edificio.

Del mismo modo, otros especialistas apuntan algunas particularidades que determinan a este tipo de manifestaciones desde un punto de vista político y social precisando su condición popular y no oficialista. Pueden también dar información sobre acontecimientos históricos, o sobre formas de pensar, sobre actividades cotidianas o extraordinarias, sobre la economía, la navegación… (Royo y Gómez 2002, 59). Por tanto, el contexto histórico y el entorno geográfico condicionaron a los autores anónimos de estos grafitos. Así pues, el estudio del pensamiento de la época y de los acontecimientos políticos que sucedieron en estos años concretos, se suma a la investigación arqueológica y arquitectónica del edificio histórico que venimos haciendo y de su espacio más cercano (grupos de edificios, microhistoria de la construcción, trama urbana, territorio, comunicaciones con otros centros urbanos o rurales, paisajes).

El soporte donde se dibujaron los grafitos es, en todos ellos, una capa de mortero enfoscado y pulido de tonalidad grisácea que se aplicó sobre el tapial. Todos los grafitos hasta ahora estudiados presentan la misma técnica de ejecución. Son trazos finos pintados en negro y rojo y están situados entre 1 m y 1,60 m de altura.

Podemos diferenciar, igualmente, los grafitos descubiertos por su representación. Así, aparecen los llamados antropomorfos (todos ellos están pintados en rojo) donde destacan una figura infantil con las manos juntas en posición orante; y una cabeza masculina de perfil con nariz aguileña. Están también los zoomorfos, todos en negro. Sobresale, entre ellos, una especie de animal mitológico parecido a un león con rostro semihumano, y una liebre recostada en sus patas traseras. Encontramos, por otro lado, trazos que asemejan formas vegetales, aunque sólo poseemos un caso que representa un estrecho tronco con diversas ramificaciones. Existen otros grafitos que hemos considerados como simbólicos: aspas y triángulos unidos a círculos. Por último, un considerable número de trazos indefinidos (líneas, curvas, puntos,…) que aparecen junto a los ya descritos, y que están actualmente en estudio.

En cuanto a la interpretación de los grafitos, podemos adelantar que, sobre todo los antropomorfos y zoomorfos, tienen un trazo elegante propio de personas acostumbradas al dibujo, y que pudieran ser muestras de su arte o preparatorio de otros dibujos. No debemos olvidar que en otras salas del inmueble se han conservado pinturas murales al temple del siglo XVI, sobre mortero de yeso. Es posible, por tanto, que previo a la ejecución de las pinturas murales, tanto los dibujantes profesionales como los trabajadores de las obras ejecutadas en el Palacio, trazaran estos grafitos en las paredes aún sin terminar. Así pues, para ir acercándonos a una cronología más precisa, podemos considerar que los grafitos pudieron ejecutarse entre el siglo XIV, momento quizás de construcción de los edificios cristianos anexos al Castillo y el siglo XVI, época de las pinturas del Palacio.



Figura 9
Grafito zoomorfo

Ala Este

Entre noviembre de 2009 y marzo de 2010 realizamos otra intervención arqueológica de apoyo a la adecuación y conservación del ala este del Castillo-Palacio, que incluía el análisis arqueológico de estructuras emergentes y la excavación arqueológica, con el fin de registrar la secuencia estratigráfica del área de estudio, el estudio de técnicas constructivas y de los materiales empleados, y el análisis del proceso constructivo, e interpretación de su proceso histórico. [6]

Tras la intervención arqueológica en las cuatro áreas definidas (entreplanta y baja, galería y fachada exterior), se identificaron seis fases principales de construcción en el ala este del Castillo-Palacio:

- Fase 1. Construcción de la muralla medieval del Castillo. S. XIV-XV.
- Fase 2. Necrópolis del Castillo. Siglo XV.
- Fase 3. Construcción del Palacio. S. XVI.
- Fase 4. Desplome de la planta alta del ala este del palacio. S. XVIII
- Fase 5. Nueva construcción de la planta alta/entreplanta del ala este del palacio. S. XVIII.
- Fase 6. Reformas siglo XX

Entreplanta

Corresponde esta planta con el antiguo granero del palacio, y ocupa un espacio de unos 315 m². Presenta planta rectangular trapezoidal con pasillo central, con sistema constructivo de cuatro arcos diafragmas de medio punto, dispuestos transversalmente al eje longitudinal de la nave, dividiéndola en tramos, y con la función de soportar la cubierta del edificio. Paralelamente al eje se alinean, a ambos lados, muros porticados longitudinales de arquería rebajada que proporcionan una total amplitud y diafanidad al edificio, creándose dos pasillos laterales comunicados por vanos de arcos igualmente rebajados, aunque la mayoría se encuentran tapiados al menos por uno de sus

lados. Por el aparejo de estos tapiados (aparejo per costa) podemos apuntar que corresponden a actuaciones constructivas del siglo XIX y XX.

De los cuatro arcos diafragmas, el ubicado más hacia el norte presenta una ligera inclinación hacia el noreste y no es exactamente perpendicular al muro guía de la fachada. En cambio, sí es paralelo al muro guía correspondiente al ala norte del Palacio. Es plausible, por tanto, que correspondan al momento de construcción del palacio en el siglo XVI, y que tras el derribo o desplome de esta planta alta en el terremoto de Lisboa a mediados del s. XVIII, se construyera este granero aprovechando parte de la estructura en mejor estado, de la que han quedado huellas materiales y la orientación distinta de estos muros.

Por otro lado, se observa que el grosor del muro de carga exterior situado al este, puede vincularse con la muralla del castillo, consistente en un aparejo irregular de mampuestos de piedra arenisca de tamaño medio.

Planta Baja

Estancia 4

Esta estancia se ubica en la planta baja de la torre de planta cuadrangular situada en ángulo SE del castillo. Se accede desde la estancia E-2 a través de un estrecho pasillo (E-3). Posee cubierta abovedada y arco rebajado de dovelas de piedra arenisca. En su interior los cuatro paramentos presentan aparejo irregular de mampuestos de piedra arenisca con cubierta de bóveda vaída. La solería existente es hidráulica, datada a mediados del s. XX. Bajo ésta documentamos una solería de ladrillos con materiales cerámicos de los siglos XVIII y XIX, con dos escalones de acceso desde la estancia E-3 y la presencia de la técnica del envitolado en los paramentos.

Estancia 2

La estancia 2, de forma trapezoidal, se corresponde con la planta baja del granero. Su cubierta es abovedada de ladrillos, construida con posterioridad a los paramentos exteriores, y posiblemente sea del s. XX por sus relaciones estratigráficas. El paramento este, de 3,75 m de longitud, equivale al acceso-pasillo abovedado a la torre, abierto en el lienzo este de la muralla y realizado en aparejo irregular de mampostería de piedra arenisca. El lienzo de muralla sur, de 3,90 m, cierra la estancia también por el sur, con vano tapiado de acceso al exterior de la muralla. Por el norte

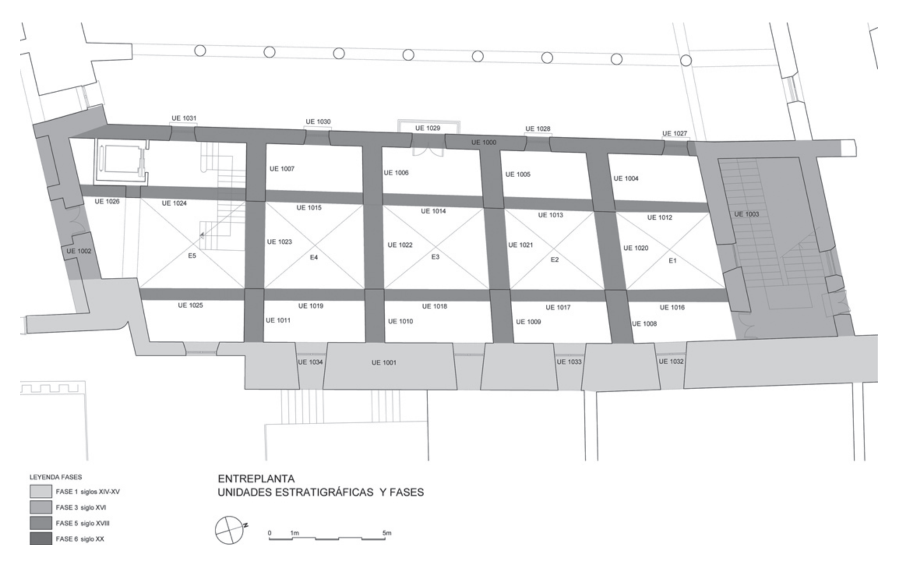


Figura 10
Entreplanta del Ala Este



Figura 11
Interior de la Torre de planta cuadrangular

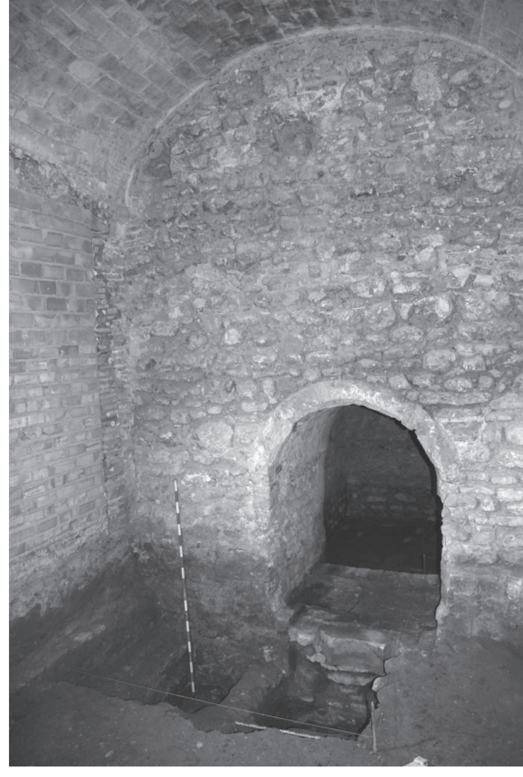


Figura 12
Estancia 2. Puerta de acceso a la Torre

se delimita por un aparejo irregular de ladrillo de 4,00 m, con un vano tapiado recientemente con tabique de ladrillos huecos. Hacia el oeste, sólo un muro contemporáneo, de 4,45 m.

Bajo niveles de colmatación de los siglos XIX y XX encontramos la zapata de cimentación del palacio datado en el s. XVI. Bajo los niveles de relleno de la cimentación hemos detectado un osario donde se identificaron varios cráneos y restos óseos variados. Se trata, por tanto, de una necrópolis situado a la entrada de la torre, que bien podría pertenecer a una capilla del castillo. Esta necrópolis corresponde a un momento entre la cimentación del palacio y la construcción de la torre y muralla, en el s. XV, fundamentado en los estudios numismáticos.

Estancia 1

La estancia 1, de planta trapezoidal, se sitúa en la entrada de la planta baja. El muro oeste corresponde a la fachada del edificio, y presenta un vano de acceso de arco formero rebajado de ladrillo, del momento de la nueva construcción del ala este del Palacio (s. XVIII) reformado con posterioridad en el siglo XX. Este vano se abre en muro de aparejo de sillarejos, con alternancia de sillares, entre verdugadas irregulares de ladrillos, no siempre idénticas.

El muro sur presenta aparejo de mampostería irregular de piedra arenisca perteneciente a la muralla, bajo arco rebajado de soporte de cubierta de planta baja del granero y muro de aparejo irregular de ladrillos, obra ya del Palacio.

El paramento norte se traba con el muro de fachada y cuya fábrica principal presenta aparejo irregular

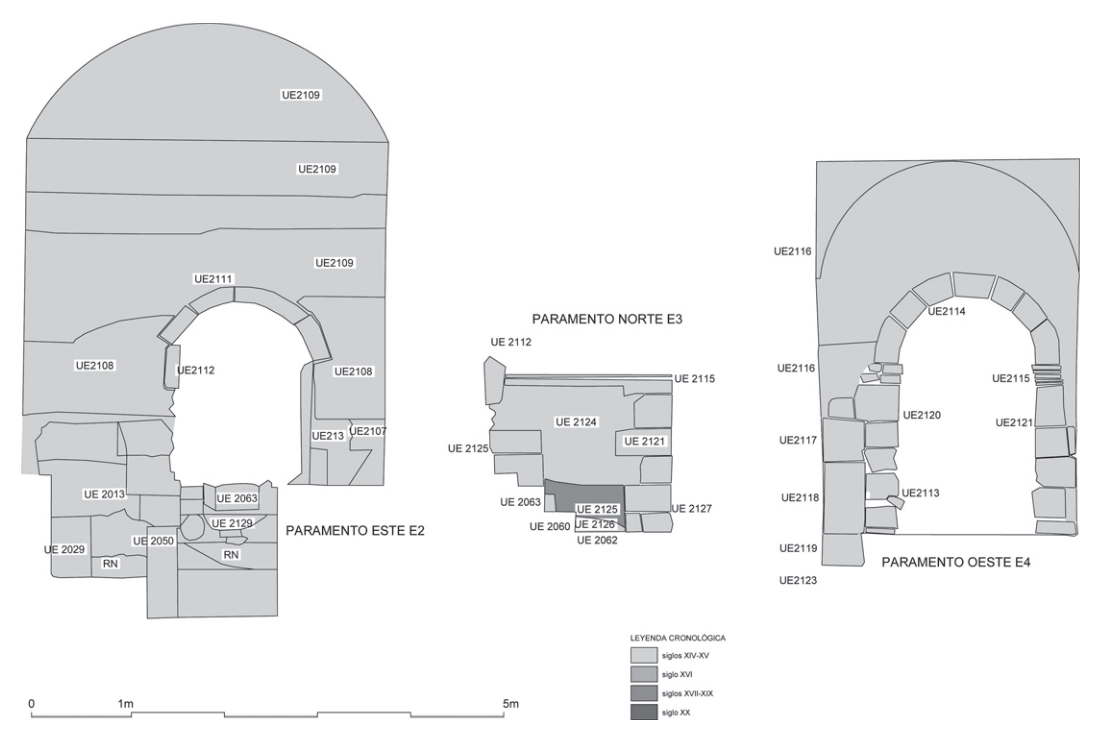


Figura 13
Alzados de las estancias 2, 3 y 4

de ladrillos con arranque de arco demolido trabado con arco rebajado de ladrillos, con orientación W-E, de un pie y medio, perteneciente a las estancias de la planta baja del granero. Este arco rompe, en parte, aparejos de tapial originarios en dicha planta.

En los sondeos realizados se documentó de nuevo la zapata de cimentación del Palacio (s. XVI) y la necrópolis del siglo XV. En este caso, no se trata de un área de osario sino más bien de enterramientos primarios orientados W-E en dirección a la entrada a la capilla del castillo, ubicada en la torre de la muralla.

Estancia 3

Corresponde al pasillo de acceso a la torre. En este espacio se han documentado dos momentos constructivos. Un acceso escalonado desde la necrópolis al interior de la capilla (s. XV) y posteriormente un acceso escalonado desde el interior del palacio. (s. XVI)

Galería exterior

El sondeo realizado tenía el objetivo de localizar la cimentación de la arcada exterior de la galería construida en el ala este del edificio, antes de su derrumbe o demolición. Se registró un muro de grandes mampuestos y sillarejos con argamasa compacta de 0,90 m. de anchura, coincidente en orientación con la línea de la arcada desaparecida. Se asienta dicho muro, creemos que de cimentación de esta arcada, sobre zapata de 1,70 m de anchura, principalmente de cantos rodados con argamasa de cal y arena compacta. Pertenecen, por tanto, estas estructuras al momento de construcción del Palacio, a principios del siglo XVI.

Fachada exterior

La fachada exterior al patio del edificio del ala este presenta un aparejo principal mixto de sillarejos con

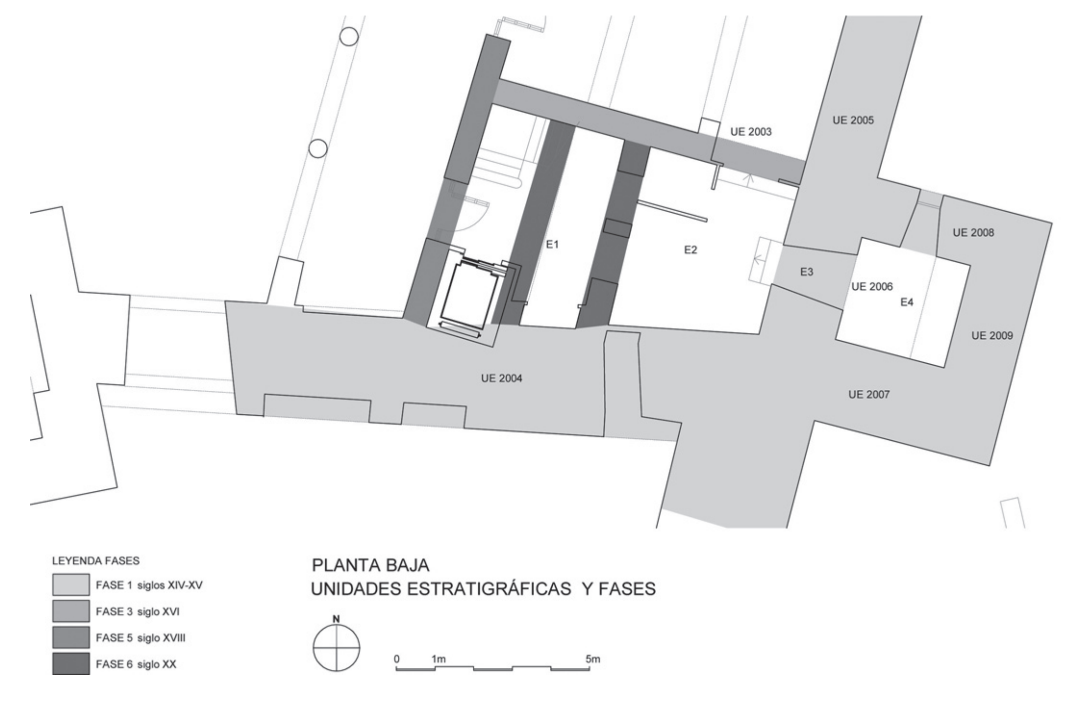


Figura 14
Planta Baja. Ala Este

una o dos hiladas de ladrillos que se construye sobre una línea de sillares que ocupa toda la base del edificio.

La fachada correspondiente a la primera planta presenta esta secuencia, correspondiente a la construcción del Palacio o a la nueva construcción del ala este, con la apertura de seis vanos: cuatro corresponden con puertas de acceso a la planta baja— tres arcos de medio punto y uno rebajado —y dos ventanas— una con arco de medio punto y otra adintelada. Los vanos originales deben corresponder por tipología a la nueva construcción del ala este en el siglo XVIII y las reformas y transformaciones en arcos de medio punto y rebajado en obras de los siglos XIX y XX.

La fachada de la planta alta presenta un balcón principal central y dos vanos de ventanas a cada lado, situados en el mismo eje de los vanos de acceso de la planta baja.

La planta alta, en cambio, parece corresponder en su totalidad a la nueva construcción de ala este en el siglo XVIII.

Patrimonio en uso

El Castillo-Palacio de los Ribera es hoy un edificio histórico en uso. Parte de las estancias de la planta baja del ala oeste, norte y este son actualmente dependencias del Ayuntamiento de Bornos. La planta alta del ala oeste está dedicada a un centro cultural y turístico con un espacio expositivo para muestras temporales, junto a un centro de interpretación del patrimonio cultural de la localidad.

El Centro cultural y turístico del Palacio de los Ribera es un referente de su territorio más cercano y también de la comarca de la Sierra de Cádiz. Es una de las apuestas más importantes del Ayuntamiento de Bornos, en el que cobra protagonismo el sector público en la prestación de servicios considerados esenciales para los ciudadanos, entre los que se encuentran la cultura y el patrimonio, con la finalidad de mejorar la calidad de vida.

Este centro interpretativo se distribuye en dos grandes salas. La primera mantiene una apariencia más lineal, destinada a presentar, fundamentalmente,



Figura 15
Sala primera del centro de interpretación

las señas de identidad de Bornos, a mostrar la realidad antropológica y etnográfica de esta tierra: las gentes, las costumbres, el patrimonio, los paisajes, la gastronomía, la artesanía, las fiestas, etc. Una serie de cubos expositivos, con textos, fotografías, ilustraciones y objetos, se distribuyen por la sala facilitando la circulación del público. La segunda, en cambio, busca en los visitantes el despertar de sus sentidos. El principal elemento escenográfico se sitúa en el centro de la sala, se trata de una doble cortina de malla metálica de acero inoxidable donde se ubican los diferentes elementos expositivos. A lo largo de la «cortina», se disponen, en sentido circular, recreaciones de distintos elementos: el agua, la poesía, el jardín, el Humanismo y el territorio.

Conclusiones

El Castillo-Palacio de los Ribera es uno de los edificios históricos más emblemáticos de Bornos (Cádiz) y de su entorno más cercano en la Sierra de Cádiz, donde se han realizado diferentes intervenciones de investigación, protección, conservación y de difusión con el fin último de darle un uso acorde con su consideración de patrimonio cultural.

Su historia constructiva nace como una primitiva torre, situada estratégicamente junto al río Guadalete y la Sierra de Cádiz, donde se establece hacia el siglo XIII, un núcleo de poblamiento del que partiría los posteriores desarrollos de la población. Esas actividades arqueológicas y de rehabilitación en el edificio han registrado seis fases principales de construcción relacionadas con la muralla medieval del castillo, una necrópolis del siglo XV, la construcción del palacio del siglo XVI, reconstrucciones en el siglo XVII-XVIII así como diversas reformas a lo largo del siglo XX. Los estudios previos realizados han sido necesarios para los proyectos de conservación. Gracias a estos trabajos se ha podido cumplir con los objetivos planteados: registrar la secuencia estratigráfica vertical de varios paramentos, las técnicas constructivas y los materiales empleados; e interpretar el proceso histórico y deducir la microhistoria del inmueble, desde los precedentes del Castillo-Palacio hasta los últimos añadidos contemporáneos. La interpretación crítica de los paramentos y su evolución han servido de base para el análisis histórico, arquitectónico y urbanístico del inmueble desde el medievo hasta la actualidad, siempre acompañado de la investigación de las fuentes documentales.

En definitiva lo que fue una torre y un castillo medieval, y posteriormente un palacio renacentista es hoy un patrimonio recuperado. Una memoria construida a lo largo de los siglos, que paulatinamente va rescatándose del olvido y de los malos usos para ser un referente en la recuperación del patrimonio para la ciudadanía. Apostamos, por tanto, por una intervención integral, como instrumento mediador para la utilización del patrimonio construido como recurso económico, cultural, social y educativo.

Notas

1. La transcripción más reciente y profunda de la inscripción ha sido realizada por F.J. Moldes González que está realizando una investigación sobre el edificio, de la que se ha publicado una Introducción en el portal web del Ayuntamiento de Bornos
2. Según proyecto genérico básico del arquitecto Manuel Collado Moreno por encargo del Ayuntamiento de Bornos y del «Proyecto de ejecución de las obras de restauración a realizar por la Escuela Taller de Bornos» que por encargo de la Diputación de Cádiz redacto en 1993, siendo director de la escuela, el arquitecto Hilario de Francisco Ramírez.
3. El «Proyecto básico y de ejecución de Restauración del Castillo-palacio de los Ribera en Bornos» redactado por los arquitectos Juan Manuel Gil Fernández y Ernesto Martínez Rodríguez en Mayo de 1987, fue retomado y concluido por el arquitecto Hilario de Francisco Ramírez.

4. Este proyecto fue promovido por la Mancomunidad de Municipios de la Sierra de Cádiz, en el programa CULTURCAD, dirigido por los arquitectos Ana Belén Benítez Perdigones e Hilario de Francisco Ramírez.
5. Comunicación presentada en las *I Jornadas de Conservación y Restauración de Bienes Culturales de Cádiz, El Color y la Arquitectura, 1990.*
6. La actuación que causó la actividad arqueológica fue el denominado «Proyecto de adecuación de la Planta Alta del ala este del Castillo-Palacio de los Ribera», promovido por el Ayuntamiento de Bornos y financiado por el «Fondo de inversión local para el empleo», centrado en la entreplanta y baja del ala Este.

Lista de referencias

Benavente Serrano, J. A., Burillo Albacete y Thomson Llisterri. T. 2001. *Guía de la ruta de las cárceles del Mezquín-Matarraña Bajo Aragón (Teruel)*. Torrevelilla (Teruel): OMEZYMA.

Franco Silva, Alfonso. 2000. «La villa gaditana de Bornos en la Baja Edad Media». En *La Baja Edad Media (Estudios sobre señoríos y otros aspectos de la sociedad castellana entre los siglos XIV al XVI)*, 297-332. Jaén: Publicaciones Universidad de Jaén.

Ríos Martínez, Esperanza de los. 1998. «El Castillo y Jardín de los Ribera en Bornos durante el siglo XVI». *Trivium,*10: 341-362.

Royo Guillén J. I. y Gómez Lecumberri, F. 2002. «Panorama general de los graffiti murales y de los grabados al aire libre medievales y psotmedievales en Aragón: paralelos y divergencias». *AL-QANNIS, Boletín del Taller de Arqueología de Alcañiz, Nº 9, Los graffiti: un patrimonio inédito para el análisis de la historia de las mentalidades*, Teruel, p. 59

Al límite de la tradición. La arquitectura moderna en las bóvedas tabicadas de la Feria del Campo, Madrid 1950

José de Coca Leicher

En marzo de 1948, se registran en las agendas de Francisco de Asís Cabrero las primeras notas sobre la Feria del Campo.[1] A partir de enero de 1949 la periodicidad de anotaciones muestra la concentración en el encargo de la Feria hasta su inauguración en mayo de 1950. Cabrero conservo el levantamiento del recinto de las ferias de ganaderos celebradas durante los años de la monarquía sobre el que esbozo el trazado original de la I Feria Nacional de Campo.[2]

La ordenación sobre lo antiguo, inspirada en las superposiciones del Foro Romano, consistió en la colocación de las edificaciones principales en los extremos de una cruz de itinerarios peatonales orientada a los ejes cardinales y superpuesta al camino de circunvalación existente. Los tres elementos de mayor simbolismo ocupaban una posición equidistante, eran: la plaza circular al este, la antigua pista de exhibiciones al sur y el pabellón de maquinaria al norte. Cerraban el itinerario peatonal la torre rematada con una terraza restaurant en voladizo y el anfiteatro, situados en la parte más elevada al oeste y orientados hacia las vistas de la cornisa histórica y la sierra madrileña. En el centro se instaló el conjunto de stands de provincias que recibió el nombre de «zoco» expositivo y la avenida procesional, flanqueada por el pabellón de productos agronómicos.

Salvo la torre, el resto de edificaciones fue realizado con arcos y bóvedas tabicadas de ladrillo, sistema recuperado durante la posguerra española y utilizado aquí en clave moderna por los arquitectos Francisco Cabrero y Jaime Ruiz. Las bóvedas, también denominadas «a la catalana», ya utilizadas en el tardogótico español por su menor peso y técnica de construcción sin cimbrado permitían una puesta en obra más sencilla y económica, reduciendo considerablemente el espesor de muros de apoyo y machones de contrarresto. Los tipos fundamentales, su comportamiento mecánico, así como, la buena práctica en la elección y puesta en obra fueron definidos en 1639 en el tratado de arquitectura de Fray Lorenzo de San Nicolás (2008). La bondad constructiva de estas bóvedas era similar a las de piedra dependiendo su uso del criterio del constructor. La aplicación de unas sencillas reglas empíricas, tales como el refuerzo mediante el macizado en el arranque hasta el primer tercio de su altura o el disponer de unos tabiques o lengüetas separados entre sí y perpendiculares a su eje hasta el segundo tercio de su altura, garantizaban su estabilidad permanente. Estas reglas también se aplicaron en la Feria.

Cabrero había empleado este sistema en 1946 en la residencia de San Rafael en Segovia y en 1947 en las viviendas de la IV Fase de la colonia Virgen del Pilar en Madrid. En su biblioteca se conservan los dos libros entonces disponibles: las bóvedas catalanas de Buenaventura Bassegoda (1947), arquitecto y profesor en Barcelona y el de las bóvedas tabicadas de Luis Moya (1947). Basegoda fija el origen de las catalanas en las castellanas que basadas en los tipos extremeños y en las mediterráneas de origen romano, recogen la influencia oriental de las bóvedas babilónicas y persas. Hacia el siglo II son utilizadas en los Foros Imperiales

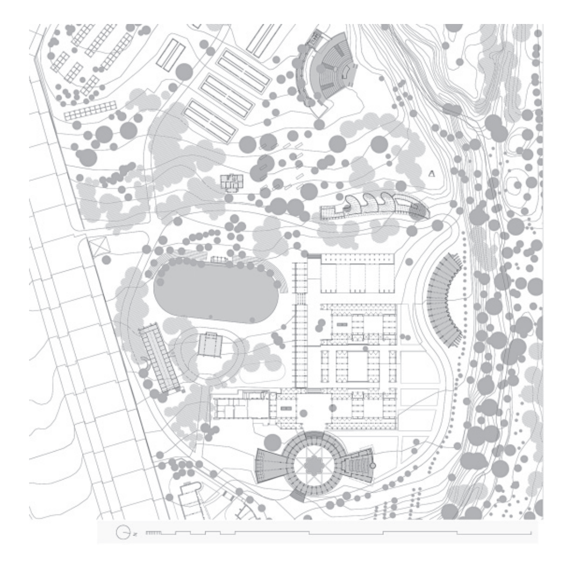


Figura 1
Edificaciones principales de la Feria dispuestas en cruz rodeando el «zoco» expositivo. (Dibujo del autor)

para reforzar las cimbras de las bóvedas de hormigón en las termas romanas según los dibujos de Auguste Choisy (1883). Las plementerías y bóvedas del gótico catalán preceden a las renacentistas perfeccionándose hasta finales del siglo XIX. Rafael Guastavino (1893), arquitecto barcelonés emigrado a los EEUU, aplica el sistema en grandes edificios públicos publicando en el ITM un trabajo sobre sus experiencias y ensayos. La

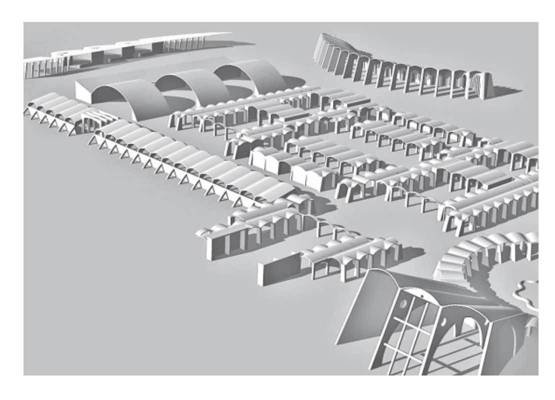


Figura 2
Edificaciones del núcleo central. Modelado de las variantes de arcos y bóvedas. (Dibujo del autor)

tradición llega hasta Antonio Gaudí, con ejemplos como las cubiertas de las escuelas de la Sagrada Familia. Moya describe en su libro los tipos, el modo de diseñarlas y construirlas mostrando sus propias obras basadas en el cruce de arcos al modo musulmán y las referencias a los modelos antiguos: la basílica de Constantino, Santa Sofía, las catedrales de Gerona y Palma de Mallorca y las casas de Juan de Villanueva en el Escorial y Madrid.

Una breve descripción del sistema permitirá comprender mejor la singularidad de las realizadas en la Feria del Campo.

Las bóvedas están constituidas con al menos dos hojas de ladrillo hueco sencillo o rasillas. La primera hoja se toma con yeso, con las rasillas dispuestas «a tabla» o «testa» perpendicularmente a los apoyos formando arcos paralelos en el aire. En bóvedas pequeñas no es necesaria cimbra, bastando una cercha ligera o plantilla de madera con el perfil que se desliza apoyada en dos carriles según avanza la bóveda o mediante cuerdas tensadas que definen las generatrices. Las hojas sucesivas de refuerzo se disponen a «tortada y restregón» solapando la juntas y colocadas «en espina de pez». Hay que avanzar simétricamente asegurando el contrarresto del muro, situando las plantillas con la mayor exactitud para asegurar una curvatura perfecta. La planta del edificio debe ser lo más clara posible, siendo por facilidad y rapidez de ejecución el cilíndrico el perfil de bóveda más empleado con una circunferencia de un centro y un arco de poca flecha. Según el tipo de carga y su magnitud el perfil puede ser parabólico o con arcos de tres centros. El perfil ideal con cargas uniformes y contrarrestos de contrafuertes o tirantes es el correspondiente a una parábola de segundo grado que para flechas comprendidas entre 1/8 y 1/12 de la luz puede sustituirse por un arco de 9 metros, pudiendo llegarse a 12 metros con espesores de bóveda mayores de los corrientes (Moya 1947).

Basegoda y Moya coinciden en que las bóvedas no se pueden calcular al desconocerse el módulo de elasticidad de un material compuesto de varias capas y aglomerantes distintos.[3] Su dimensionado parte de estimar los esfuerzos debidos a las cargas fijas y móviles a partir de la experiencia práctica y las reglas de la tradición. Su resistencia depende fundamentalmente de la conservación de su perfil y su estabilidad es debida a los estribos. La asimilación a las bóvedas de piedra permite el empleo de los métodos de la estática gráfica para el diseño del perfil en función de

la curva de presiones que debe permanecer dentro de la hoja, las dovelas en los arcos y la sección en los contrafuertes, método empleado, entre otros, por el arquitecto Antonio Gaudí.

Las bóvedas de poca flecha ocasionan importantes empujes constituyendo el contrarresto el principal problema a resolver. Los contrafuertes de gran tamaño resultan costosos y es necesario para reducirlos poder disponer tirantes de acero. El empleo de contrafuertes se optimiza cuando tenemos muchas bóvedas iguales, contrarrestadas unas con otras hasta el extremo de la nave donde se disponen los machones necesarios. Cuando el edificio es muy largo se disponen también contrarrestos en zonas intermedias sirviendo de junta de dilatación. Soluciones económicas parten de repetir bóvedas formando una planta circular o elíptica, las bóvedas de arista o rincón de claustro formando una planta cuadrada y las bóvedas cilíndricas atirantadas (Moya 1947).

Estas soluciones son empleadas por Luis Moya en las viviendas en Usera iniciadas en 1942 y Rafael Aburto en la granja escuela de Talavera de la Reina en 1948, ambos ejemplos en los que se inspiró Cabrero para la realización de la Feria del Campo según el mismo reconocería:

> Hubo que construir con lo poco que teníamos y volver a los viejos sistemas estructurales del ladrillo y la bóveda tabicada, sistema artesanal que en ausencia del hierro y a semejanza de lo experimentado por Moya en Usera y Aburto en su granja escuela de Talavera, incorpora la técnica del contrafuerte atirantado. (Mata, Nieto y Sobejano, 1987)

La repetición de bóvedas cilíndricas de generatriz inclinada apoyadas en muros transversales a la nave principal y contrarrestadas en el extremo del edificio utilizadas por Moya en Usera, es traducida como veremos, directamente por Cabrero. Igualmente la solución utilizada por Aburto en Talavera, en la que la estructura se cubría mediante la disposición de arcos de igual flecha que la bóveda formados por dos pies de ladrillo dispuestos a sardinel, arrancando de un dado de hormigón que recibía dos tirantes de 20 mm. Sobre los arcos, separados cada 3,20 m, se disponía una fábrica de ladrillo formando un cuchillo de cubierta que se aligeraba mediante óculos de descarga. En las galerías de doble altura, aplicando esta solución, resultaba un orden monumental recuperado en la sala de recepciones de la Feria del Campo. Tanto Moya como Aburto habían recibido la ayuda del aparejador Manuel de las Casas Rementería (Aburto 1948), intervención de la que, por el momento, no tenemos constancia en la Feria del Campo.

El croquis 1

El sistema de bóvedas de la plaza circular, el «zoco» expositivo y el pabellón de maquinaria dibujado en el reverso del «croquis1» se concibieron conjuntamente. Este interesante documento conservado por Cabrero permite rastrear el proceso de proyecto.[4] El primer tanteo para el atrio del «zoco» consiste en una sala hipóstila basada en un cuadrado de 25 unidades estructuralmente independientes resueltas inicialmente con cúpulas sobre pechinas. Una segunda variante es con bóvedas de arista formada por cuatro cilindros atirantados. Cabrero dibuja una bóveda de arista en perspectiva como resultado del cruce de dos arcos y ensaya una variante radial de 16 módulos evidenciando gráficamente el problema del encuentro central de los arcos formeros. Paralelamente plantea un patio a partir de la supresión de los módulos centrales de la sala hipóstila. Este principio, aplicado a los arcos y bóvedas radiales, da como resultado el atrio de la plaza circular con una fuente central. El crecimiento de los arcos generara el espacio del salón de recepciones vinculado a la plaza circular.

Si giramos el croquis 180 grados, vemos la solución tipo de una nave de 10 × 20 m, en la que se disponen 6 bóvedas cilíndricas de 3,30 m de anchura apoyadas en arcos de 10 m de luz transversales a la nave y contrarrestados en los extremos mediante los característicos contrafuertes de sección variable. La sala resultante en forma de «tubo expositivo» se ilumina mediante ventanales en los laterales mostrando en alzado el perfil rebajado de las bóvedas y la sección creciente de los contrafuertes. En el reverso del «croquis 1» se tantea la disposición de las bóvedas en abanico y los muros ondulados empleados para la realización del pabellón de maquinaria.

Fiel a la tradición. El atrio de la plaza circular y el salón de recepciones.

La plaza finalmente fue resuelta con 32 pórticos radiales de ladrillo, de alzado trapezoidal y formados

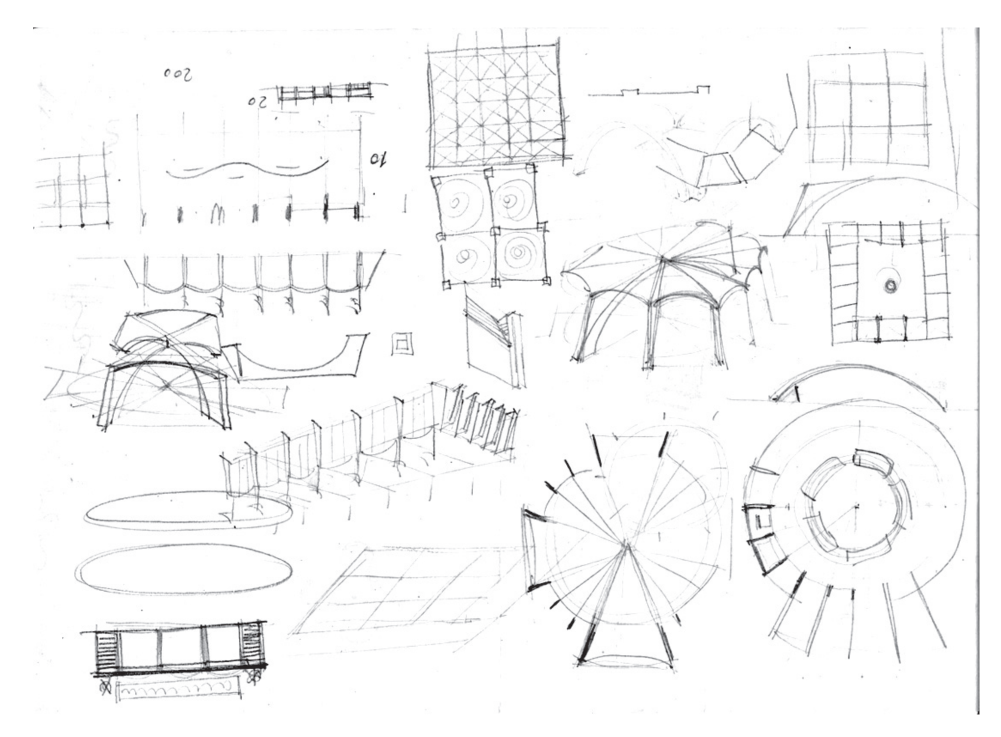


Figura 3
Croquis 1. (Archivo Cabrero)

por un arco rebajado de 2,7 m de luz y 0,50 m de flecha (1/5,4 l), apoyados en dos machones de sección variable de 1,60 m de longitud, sobre los que se apoyaban las bóvedas a 3 m de altura. La proyección en planta de las bóvedas era otro trapecio de 3,5 m de altura que se orientaba al centro de la plaza. Un único arco rebajado (r= 2,85 m) definía la plantilla que recorría la superficie cilíndrica cuya directriz se inclinaba 20 cm hacia el centro de la plaza con lo que el perfil mayor de 3,25 m de luz levantaba 0,50 m (1/6,5 l) y el menor de 2,55 m levantaba 0,30 m (1/8,5 l) (nota).

La solución consistía en una ingeniosa adaptación a la planta radial de las bóvedas de generatriz inclinada utilizadas por Moya en Usera. La influencia de los estilos clásicos en la plaza circular no ofrece duda, Cabrero hace una emocionada descripción en el libro II del interior del Panteón atendiendo a su modulación constructiva en 32 partes advirtiendo del peligro de la arquitectura fruto de los trazados teóricos:

> ...es oportuno consignar ahora como el empleo de los módulos de tracería siempre fue considerado por los maestros romanos como medio de ayuda al proyecto, replanteo y sistematización de la construcción, aunque sometido en muchos casos a las rectificaciones que requerían las circunstancias varias de la obra, difíciles o imposibles de prever. La idea de los módulos y de la determinación de proporciones ineludibles que a veces surgen en el hacer de la arquitectura, proceden de la crisis moderna, siglos XVI y XVIII, cuando la práctica del taller y la obra fue sustituida por las teorías inexperimentadas de las «academias» (Cabrero 1992, II: 115-116).

Otros modelos influirán decisivamente en el proyecto, el ábside de la Catedral de Granada y la rotonda del palacio de Carlos V en la Alhambra, definidos por Fernando Chueca (1947) en su famoso libro conservado por Cabrero como invariantes de la arquitectura española y herederos de la tradición romana. El sistema de arcos radiales de la girola, formando las pilas del presbiterio y las bóvedas sobre ellos que comunican visualmente



Figura 4
Atrio de la plaza circular y testero ciego del salón de recepciones. Fotografía de Ferriz. (Archivo Cabrero)

las capillas con el altar, son traducidos a los pórticos radiales y las bóvedas de la plaza circular. También la planta completa de la catedral, adoptando la geometría radial en la cabecera y la hipóstila en las naves, recuerda a la combinación geométrica del «zoco» y la radial de la plaza circular (figura 1). El palacio de Carlos V, muy valorado por participantes del Manifiesto de la Alhambra entre los que se encontraba Cabrero, responde también a una división en 32 partes con dimensiones parecidas: 30,60 m (110 pies castellanos) con una galería de 5,10 m (18 pies) frente a los 28 m (100 pies) de la plaza circular y 5,90 m (21 pies) de los pórticos. Rosenthal (1985) ha establecido conexiones del Palacio con el teatro de la Villa Adriana y el Panteón, con los que la plaza circular también enlazaría tipológicamente.

En el «croquis 1» vimos como el salón de recepciones se formaba prolongando al exterior los pórticos del atrio circular. Se extienden 4 pórticos formando las pantallas que sujetan 3 bóvedas tabicadas, para «buscar la amplitud e iluminación de la fachada del fondo» (Cabrero, 1951) hasta alcanzar una circunferencia de 40 m de radio, formando un plano inclinado 12° que sube hasta unos 11 m. El diafragma que recuerda a los arcos de las atarazanas góticas está formado por 3 arcos, el primero correspondiente al atrio, el segundo parabólico de 3,05 m de luz y 5,20 de altura y el externo casi semicircular de 14,50 m de luz y 6,90 m de altura libre (1/ 2,1 *l*). Los riñones se aligeran con óculos, como vimos en Talavera, uno externo de 0,75 m de diámetro y el interior de 1,30 m. El espesor de la fábrica de ladrillo es de 1 ½ pie igual que en el atrio. Las 3 bóvedas volverán a ser cilíndricas de generatriz inclinada con una longitud de 17,5 m (5 veces las del atrio), correspondientes a un sector circular de 11,25° y limitadas en los extremos por dos arcos (r=5,85 m) cuyo perfil constante es el de la cimbra. Las bóvedas se realizaron con tres roscas de rasilla, teniendo perfil rebajado en los testeros acristalados de 6,50 m de luz y 1,00 m de flecha (1/6,5 *l*) y hacia la plaza 3,25 m de luz y 0,40 m de flecha (1/8 *l*). En el extremo de los testeros acrista-

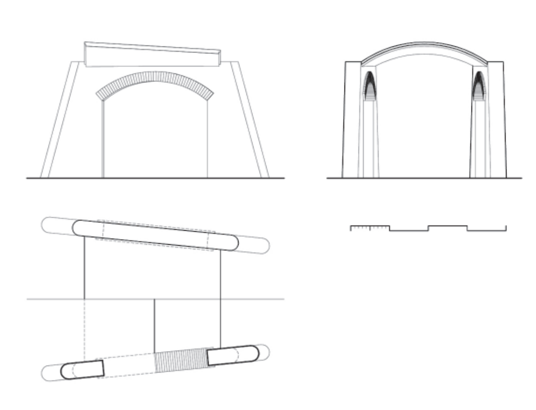


Figura 5
Detalle de un módulo del atrio de la plaza circular. Planta, sección y alzado. (Dibujo del autor)



Figura 6
Interior del salón de recepciones. Fotografía de Ferriz. (Archivo Cabrero)

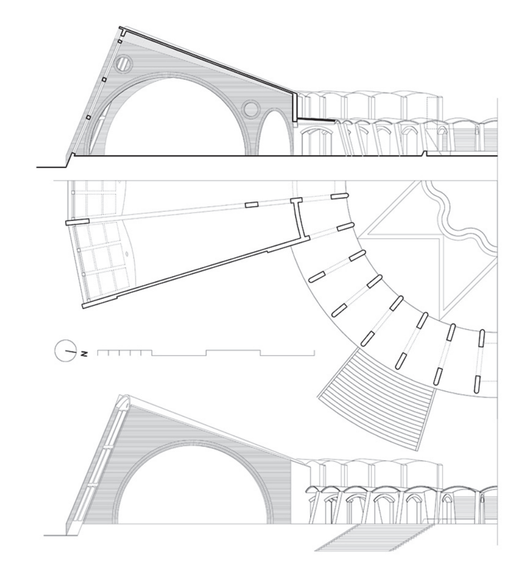


Figura 7
Atrio de la plaza circular y salón de recepciones. Planta, sección y alzado. (Dibujo del autor)

lados se atirantaron con 3 redondos por vano. (figura 6) Otra referencia moderna es la forma de cuña de la sala y el teatro dispuestos simétricamente respecto del atrio como en los proyectos de Le Corbusier y Walter Gropius para el palacio de los Soviets y que Cabrero conocía en el momento de diseñar la plaza circular (Coca 2013, 128-130). El conjunto quedó además expresado con formas futuristas redondeadas y dinámicas, tan alabadas por Gio Ponti y Alberto Sartoris.[5]

El croquis 2

Es un estudio idealizado de unas bóvedas de cañón dispuestas rotando alrededor de patios, de 9 m de longitud y 3 de luz generadas a partir de una malla en planta de 3 m × 3 m. En los patios aparecen lunetos con el mismo perfil de las bóvedas para lograr una fachada homogénea. En las esquinas del patio se deja un arco de paso midiendo estos interiormente 15 m × 12 m. Estos sistemas de patios organizados

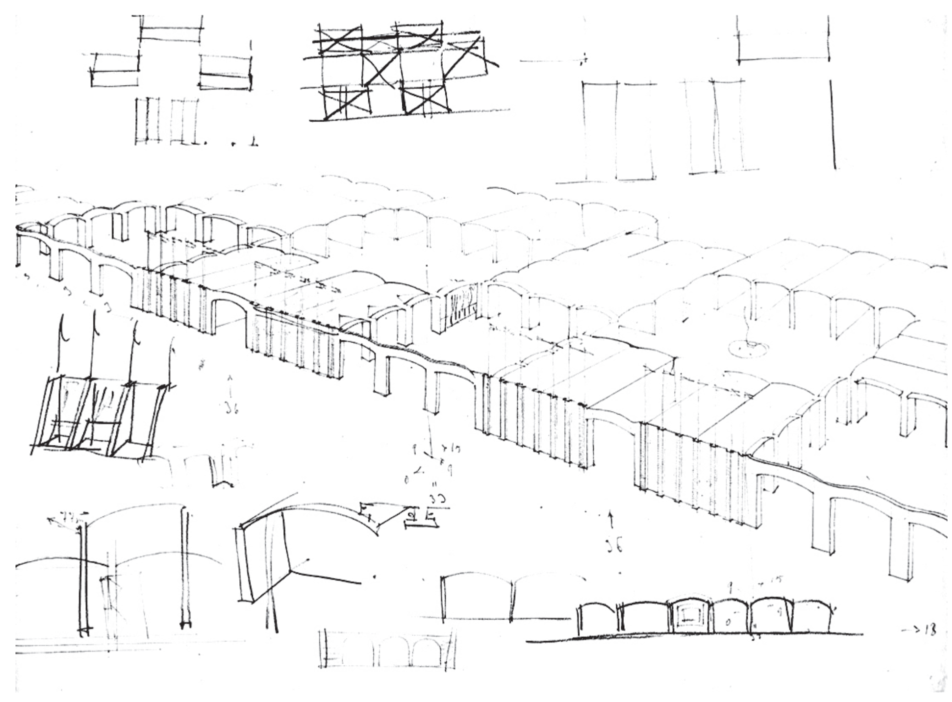


Figura 8
Croquis 2. (Archivo Cabrero)

en espiral y conectados «a escuadra» son estudiados por Chueca en sus invariantes afirmando que provienen de la tradición asiria, por Moya que reproduce las plantas de los alcázares Mxatta, Balkuvara y Ukhaidir y por Cabrero con el dibujo de la planta del palacio de Sargón. Todos son según Moya antecedentes de la planta del Monasterio de El Escorial (Coca, 2013, 142-143).

Una avenida procesional. El «zoco» expositivo y el pabellón nº3 de productos agronómicos

La solución final del zoco perderá el dinamismo y originalidad del «croquis 2» al renunciarse a la disposición de las bóvedas girando alrededor de los patios, ganando sin embargo en rigor constructivo. En una interesante versión intermedia conservada en el estudio de Cabrero que sirvió sin apenas variaciones para el proyecto de la primera fase,[6] vemos como el sistema consiste en un tapiz continuo generado por la repetición de 6 naves de 13 módulos perpendiculares al itinerario principal, de 44,80 m de longitud y 7,75 m de anchura. Están cubiertas mediante bóvedas cilíndricas rebajadas de 3 m de luz, apoyadas en contrafuertes exteriores de 3 × 1 pie y una línea central de pilares de 1 pie. Los contrafuertes modulados en tramos de 3 m definen los alzados laterales de los patios mediante bóvedas iguales y perpendiculares a las principales. Igual que en la plaza circular, el hueco entre bóvedas es el canal de desagüe sobre la línea central de pilares y arcos rebajados formando un gran acueducto. Esta solución está inspirada sin duda en la mezquita de Córdoba y en su precedente del acueducto de los Milagros (Cabrero 1992, II: 212-223).

En el zoco finalmente construido la tercera y cuarta nave son sustituidas por 4 naves de 5 bóvedas para conseguir un patio central de mayores dimensiones (figura 1). La modulación a ejes de los contrafuertes se aumenta a 3,25 m incrementando su espesor a 1 ½ pies y la altura a 3 m, utilizando bóvedas tabicadas de dos hojas con relaciones de ancho y flecha análogas a las de la plaza circular, es decir en torno a 1/10 *l*.

El flanco izquierdo del itinerario principal se cerró con una monumental pieza estrecha y alargada de 90 m y un patio simétrico al de la primera fase (figura 1). Era una nave diáfana y alargada de 56 m de longitud formada por la repetición de 15 arcos separados 4 m que arrancaban apoyados sobre grandes pantallas de

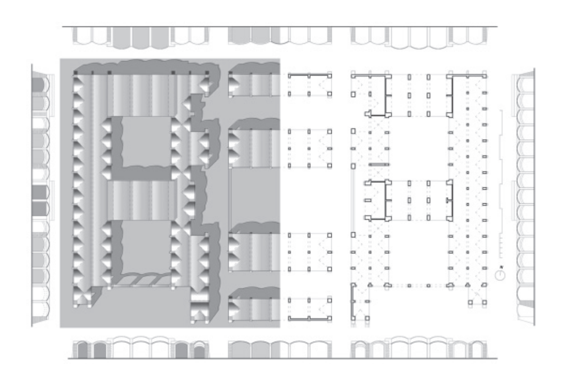


Figura 9
Versión definitiva del «zoco» expositivo. Planta y alzados. (Dibujo del autor)

sección variable alcanzando 10,5 m de profundidad sobre el que apoyaban las bóvedas rebajadas que se seccionaban en la parte posterior a 45° para disponer los ventanales de entrada de luz. Basada en el tipo habitual descrito, la novedad es la solución asimétrica dada al muro de sección variable, muy presente hacia el itinerario principal y desapareciendo hacia la pista de exhibiciones al apoyar el arco sin diafragma directamente en la cimentación. En la intersección con el itinerario de la pista de exhibiciones, para permitir el paso de visitantes, los contrafuertes se prolongan en 4 arcos que conectan otras 5 bóvedas idénticas.

La geometría, proporción y medida de los elementos que definen la sección constructiva evolu-

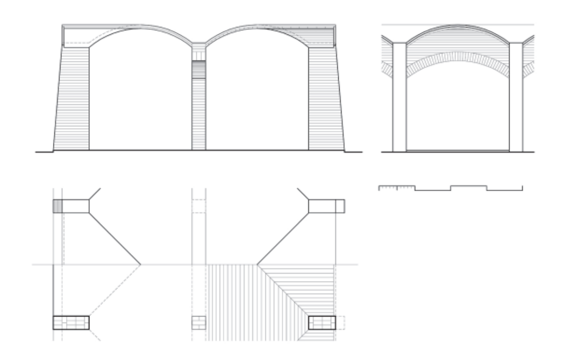


Figura 10
Detalle de un módulo del «zoco» expositivo. Planta, sección y alzado. (Dibujo del autor)

ciona a partir de las soluciones descritas en edificios anteriores. Las pantallas de sección variable se inclinan también en sus lados interiores, los arcos formeros de triple rosca arrancan desde las pantallas a 3,75 m de altura apoyando en el otro extremo directamente en el suelo con una luz de 7,5 m. Las bóvedas atirantadas se apoyan inclinadas 12,5° como en los diafragmas del salón de recepciones con un perfil rebajado definido por un arco de 4 m de luz y 50 cm de flecha (1/12 *l*) y una longitud en verdadera magnitud de 6,5 m. El contraste de sombras arrojadas producidas por las pantallas de sección variable animaba el recorrido hacia la torre sirviendo de contrapunto al «zoco» expositivo. Vuelve la monumentalidad de los estilos clásicos, como en las avenidas procesionales egipcias, pero también los contrastes de la pintura metafísica, la referencia a los arbotantes góticos o a los modernos arcos de hormigón de los hangares del admirado Nervi (Cabrero 1992, III: 364-365), sin olvidar los proyectos de bóvedas realizados por Le Corbusier y José Luis Sert (Coca 1993, 91, 161-162).

El símbolo de la mecanización. El pabellón de maquinaria agrícola

La ultima variación del tipo genérico, la nave formada longitudinalmente por repetición de bóvedas apoyadas en arcos formeros que terminaban al igual que los testeros en contrafuertes de sección variable, fue sin embargo proyectada en marzo de 1949 con la primera fase del «zoco» sirviendo al comisario de la Feria para justificar un plan más ambicioso que la simple reutilización de las edificaciones de ganaderos. Es el edificio emblemático escogido en los dos artículos publicados en la Revista Nacional (Cabrero 1950) e Informes de la Construcción (Cabrero 1951) para explicar con mayor detalle las particularidades constructivas y los logros alcanzados con las bóvedas tabicadas. Es la versión mas sofisticada del tipo general que sin embargo se proyectó incluso antes que la avenida procesional, lo que indica que Cabrero desarrolló conscientemente desde el principio al máximo las posibilidades formales del sistema de arcos y bóvedas tabicadas en los edificios protagonistas. En el artículo de Informes hay un

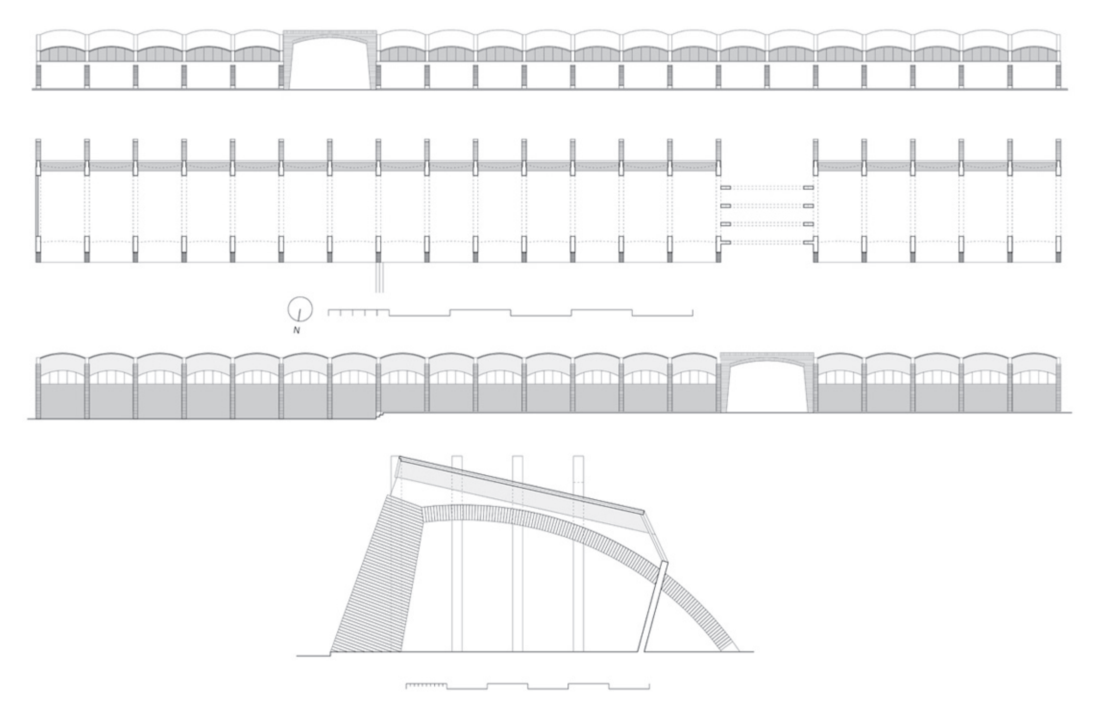


Figura 11
Pabellón nº3 de productos agronómicos. Planta, alzado y sección. (Dibujo del autor)

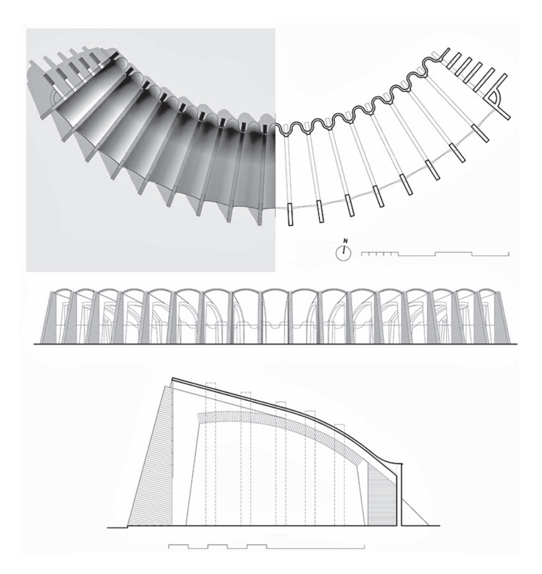


Figura 12
Pabellón de maquinaria agrícola. Planta, alzado y sección. (Dibujo del autor)



Figura 13
Interior del pabellón de maquinaria antes de su demolición. (Archivo IFEMA)

pequeño dibujo de la sección que ha permitido junto a las fotografías la restitución del edificio. La nave finalmente construida consistió en la repetición de 17 bóvedas radiales limitadas por una circunferencia exterior de 42 m de radio (la sala de recepciones tenía 40 m), inclinando los frentes exterior e interior de las pantallas de sección variable como en el pabellón n° 3. El arco formero era de 1 ½ pie con una luz de 9 m que con una directriz inclinada arrancaba a 5 m entregando en el otro lado a 3 m de altura sobre una zapata inclinada de hormigón con la particularidad que el lateral era un muro ciego ondulado que servía de arriostramiento en forma de un abanico. Las bóvedas vuelven a resolverse con la traslación del arco rebajado de 3 roscas de ladrillo con una luz de 3,5 m en el alzado principal y 2,5 m en encuentro con la zapata con una flecha constante de 0,50 (1/7 *l* y 1/5 *l*) respectivamente. Estas bóvedas, más estrechas y alargadas que las del salón de recepciones, son las de geometría más compleja.

Apoyadas sobre pantallas y arcos inclinados en sección y convergentes en planta, su perfil longitudinal pasa de una superficie asimilable a un cilindro de generatriz inclinada en el tramo recto, a un fragmento de toro siguiendo el arco y otro tramo cilíndrico cubriendo los nichos que forman el muro ondulado. Al exterior en este último tramo la bóveda se duplica curvándose hacia arriba con otra superficie tórica. La fotografía previa a la demolición[7] muestra la grandiosidad lograda en este espacio, la secuencia de pórticos y bóvedas, con las pantallas difusoras de luz lateral vuelven a recordar la sensación dinámica al producida al recorrer las naves góticas, o la galería del palacio de Carlos V, ya mencionadas al hablar de la plaza circular.

Conclusión

Las naves y stands de exposiciones realizados en la Feria del Campo responden a variaciones de una solución tipo que denominamos «tubo expositivo» y se basan en la repetición de bóvedas cilíndricas de flecha reducida apoyadas sobre arcos fajones. El sistema se contrarresta mediante muros de ladrillo de sección variable, en la prolongación de los arcos y en el testero de las naves y con tirantes de acero en las bóvedas de mayor tamaño. La sencillez del sistema se lleva al límite al adaptarlo a geometrías radiales y secciones inclinadas como ocurre en la plaza circular y sobre todo en el pabellón de maquinaria. El modelado de todas las soluciones (figura 2) se ha realizado partiendo de la hipótesis de que todas las bóvedas tienen perfil cilíndrico y que se inclinan hacia el centro el ángulo suficiente para adaptarse al trazado radial. Esto produce unas secciones levemente curvadas que se obtendrían automáticamente al deslizar la plantilla o mediante la intersección de los planos radiales y las generatrices de las bóvedas. El modelado

3D ha permitido trasladar en las secciones y los alzados la proyección de arcos y bóvedas. El argumento seguido es la facilidad de replanteo y sencillez constructiva en edificios que aún dominando el oficio de albañil pensamos son complicados de ejecutar. El resultado plástico, influenciado por los referentes clásicos y modernos expuestos, es sorprendente y esto es, junto a la capacidad de experimentación constructiva en un sistema tradicional, lo que otorga a estas arquitecturas desaparecidas su gran valor y actualidad.

Notas

1. Archivo Cabrero. Agendas. EC AG-1948 (marzo-octubre); EC AG-1949 (enero-noviembre); EC AG-1950 (agosto-diciembre) (Coca 2013, 48).
2. Archivo Cabrero. EC Carpeta «Feria del Campo» (Puerta de Hierro). S/f. Fecha probable febrero de 1949. En el margen inferior derecho aparecen unos croquis de bóvedas. Se especula con la fecha de abril de 1948 (Coca 2013, 75).
3. El método actual es el Análisis Límite de estructuras de fábrica, con 3 hipótesis: resistencia a compresión infinita, resistencia a tracción nula y fallo por deslizamiento imposible. La exactitud depende de las hipótesis de partida. El análisis gráfico puede ser más exacto que el ordenador. El carácter «cohesivo» defendido por Guastavino es importante constructivamente, no estructuralmente. (Huerta 2001, 87-112).
4. Archivo Cabrero. EC Carpeta: «Feria del Campo (Puerta de Hierro)» S/f. Ver: (Coca 2013, 113-119). El «croquis 1» fue publicado parcialmente junto al anverso completo del «croquis 2» (Grijalba 2000, 89-90).
5. Archivo Cabrero. Carta de J.A. Coderch del 30.11.1950 en la que menciona: «…Al mismo tiempo que tu carta acabo de recibir otra de Gio Ponti en la que dice textualmente: «Je suis tres, tres interese per Cabrero, Je vais lui ecrire»…P.D. La carta de Gio Ponti es contestación a la que le envié con unas fotos de la Feria Nacional del Campo».
   El interés de Sartoris queda patente en una carta de 16.02.1952 conservada por Cabrero. También en la publicación de los edificios de la primera Feria en su famosa *Enciclopedia de Arquitectura Moderna* (Sartoris 1957)
6. Archivo Cabrero EC A73-C. S/n. S/f. «Pabellones exhibición de Ganado» (Título manuscrito). Planta pabellones Productos Agronómicos. Escala 1:100. Acotado (Coca 2013, 146)
7. Archivo IFEMA. Proyecto de demolición: Ayuntamiento de Madrid. Departamento de Conservación de Edificaciones. Patronato de la Feria del Campo. S/f. 3 fotografías del interior del pabellón de Maquinaria.

Lista de referencias

Aburto, Rafael de. 1948. «Granja-escuela en Talavera de la Reina. Memoria». *Revista Nacional de Arquitectura*, nº 80, agosto, pp. 299-306.

Bassegoda, Bonaventura. 1947. *La bóveda catalana*. 1ª ed. Barcelona: [s.n.]

Cabrero, Francisco de Asís. 1992. *Cuatro Libros de Arquitectura*. Madrid: Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid. 4 vols. Libro I: *Estructuras vernáculas*; Libro II: *Estilos clásicos*; Libro III: *Crisis Moderna*; Libro IV: *Proyección futura.*

Cabrero, Francisco de Asís y Ruiz, Jaime. 1951. «Primera Feria Nacional del Campo en Madrid». *Informes de la Construcción*, nº 27, enero.

Cabrero, Francisco de Asís y Ruiz, Jaime. 1950 «I Feria Nacional del Campo». *Revista Nacional de Arquitectura*, nº 103, julio, pp. 305-318.

Choisy, Auguste. [1883] 1999. *El arte de construir en Roma*. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Chueca, Fernando. 1947. *Invariantes Castizos de la arquitectura española*. 1ª ed. Barcelona: Dossat.

Coca Leicher, José de. (2013). *El recinto ferial de la Casa de Campo de Madrid (1950-75)*. Tesis (Doctoral), E.T.S. Arquitectura (UPM). http://oa.upm.es/19952/

Mata, Sara de la, Nieto, Fuensanta y Sobejano, Enrique. 1987. «Entrevista a Francisco de Asís Cabrero». *Arquitectura*, nº 267, julio-agosto, pp. 110-115.

Moya, Luis. 1947. *Bóvedas Tabicadas*. 1ª ed. Madrid: Dirección General de Arquitectura, Ministerio de la Gobernación.

Guastavino, Rafael. 1893. *Essay on the Theory and History of Cohesive Construction, applied especially to the timbrel vault*. Boston: Ticknor and Company.

Grijalba, Alberto. 2000. *La Arquitectura de Francisco Cabrero*. Valladolid: Universidad de Valladolid, Colegio Oficial de Arquitectos de Castilla y León.

Huerta, Santiago. 2001. «La mecánica de las bóvedas tabicadas en su contexto histórico: La aportación de los Guastavino» En: Huerta, Santiago (ed.) *Las bóvedas de Guastavino en América*. Madrid: Instituto Juan de Herrera, pp. 87-112.

Rosenthal, Earl E. 1985. *The palace of Charles V in Granada*. Princeton, New Jersey: Princeton University Press.

San Nicolás, Fray Lorenzo de. [1639] 2008. *Fray Lorenzo de San Nicolás: arte y uso de architectura*. Félix Díaz Moreno (ed.; prol.). Madrid: Instituto de Estudios Madrileños.

Sartoris, Alberto. 1957. *Encyclopédie de l'architecture nouvelle Ordre et climat Méditerranéens*. Milán: Ulrico Hoepli.

El aporte naval y de los carpinteros de ribera en la arquitectura tradicional de Guayaquil

Florencio Compte Guerrero

Esta investigación, de carácter histórico-documental, tuvo como objetivo el determinar la relación entre la construcción naval y la construcción de edificios en la arquitectura tradicional de Guayaquil a través de expertos carpinteros de ribera, principalmente esclavos negros y mulatos, quienes aplicaban principios navales en el tratamiento de los ensambles de las piezas estructurales, en ciertos ornamentos y acabados y en procesos constructivos como el calafateado con estopa y brea para las paredes de tablones de madera.

Si bien desde los inicios de la ciudad, ésta volcó su actividad al intercambio comercial y a la construcción de barcos, no fue sino hasta el Siglo XVIII cuando empezó a desarrollarse la industria de aserraderos y ebanistería que produjo madera labrada de alta calidad que posibilitaría que la edificación empiece a adquirir mejor calidad en sus acabados y que surjan artesanos especializados en la construcción.

Estos artesanos expertos desarrollaron su labor profesional interpretando las necesidades espaciales de los habitantes y configurando la imagen de la ciudad. No sería hasta comienzos del Siglo XX cuando estos constructores de edificios se agruparían gremialmente en la Sociedad de Carpinteros de Ribera con el fin de defender los derechos de su oficio.

Guayaquil: primer astillero de los mares del sur

La ciudad de Santiago de Guayaquil está localizada a 20 kilómetros de la costa sudamericana del Pacífico en la desembocadura del Río Guayas, a 2º 10´ S 79º 54´ O a una altitud promedio de cuatro metros sobre el nivel del mar, en plena zona ecuatorial, lo que determina que tenga un clima cálido a lo largo de todo el año, matizado, sin embargo, por la influencia de las corrientes fría de Humboldt y la cálida del Niño que marcan dos estaciones claras, una seca y un poco más fresca, de mayo a diciembre y otra lluviosa y húmeda, con altas temperaturas típicas del trópico, que va de enero a abril.

Esta ubicación definitiva desde 1547, trece años después de su fundación, respondió a razones estratégicas de contar con un puerto que pudiera vincularse con Panamá y facilitara la exportación de productos que se producían en las tierras interiores. El emplazamiento elegido fue junto en la confluencia de los sistemas fluviales de los ríos Daule y Babahoyo, que conforman el Río Guayas, y al pie de una colina que servía de vigía ante los potenciales ataques piratas, en un lugar anegadizo y apretujado, rodeado por esteros, manglares y pantanos, lugar denominado Ciudad Vieja, para diferenciarlo de un nuevo emplazamiento un kilómetro al sur de éste, al que se trasladó parte de la ciudad, llamado Ciudad Nueva.

El suelo de la Ciudad Nueva era descrito como «…una greda muy esponjosa» e intransitable «… a pie o a caballo en tiempo de ibierno (sic)», mientras que el de la Ciudad Vieja como de mejor calidad, al ser compuesto de «… cascajo; y aunque las aguas formen algunos lodos, no lo ablandan y se puede andar por él en todos tiempos» (Juan y Ulloa 1748), esto determinaba que mientras en la zona antigua existieran edificaciones de piedra, en la nueva, la mala calidad del suelo de la ciudad, pantanoso y de poca capacidad portante, dificultaba la edificación «… pues su peso haría que se hundiesen en el terreno. Así es que se vive literalmente sobre balsas sostenidas por estacas que sirven de pilares de las casas» (Wiener [1880]1961).

Como astillero era uno de los centros de construcción de navíos de madera más importantes de los mares del sur, teniendo noticias de la fabricación de navíos desde 1557, es decir apenas diez años después de su ubicación definitiva, al considerarse que «No hay astillero alguno que pueda tener todas las comodidades y facilidades, y todas las maderas más aptas para ser ensambladas, más finas y más fuertes y durables y más a propósito para construir toda clase de naves que el astillero de Guayaquil» (Cicala [1771] 1987), por lo que fue considerado «…el mejor astillero que se reconoce en toda la costa del mar Pacífico» (Juan y Ulloa 1826, 159) y «…(el que) entre todos (es) el que por muchos títulos debe gozar la primacía» (Juan y Ulloa 1826, 57).



Figura 1
Ventana en forma de escotilla de barco. Casa Lavayen – Paredes, Parque Histórico Guayaquil (foto autor)

«…COMO SI FUERA LO MISMO LA CONSTRUCCIÓN DE UN BAJEL QUE LA DE UNA CASA»

En Guayaquil, durante el período colonial, era indistinto hablar de carpinteros de ribera y de carpinteros a lo blanco, ya que el término «carpintero de ribera» englobaba a ambos, siendo que los edificios eran construidos por las mismas personas que construían los barcos quienes aplicaban los principios navales en el tratamiento de los ensambles de las piezas estructurales y en ciertos elementos arquitectónicos (figura 1), ornamentos y acabados.

Los mismos carpinteros de la ciudad se definían a sí mismos como de ribera, incluso cuando estaban aludiendo «… a la fábrica de casas y demás edificios» (Laviana 1984, 82) e incluso en la terminología de las edificaciones se usaban palabras de origen naval al referirse los elementos constructivos y arquitectónicos como crucetas, chazas «… estantes, varengas, llaves y otras» (Requena [1774] 1994).

> Estos artesanos expertos, sin haber recibido una formación académica como arquitectos, desarrollaron su labor profesional interpretando las necesidades espaciales de los habitantes y configurando la imagen de la ciudad; aunque su labor recibiera no pocas críticas, como la del ingeniero Francisco Requena, quien en 1774 indicaba: «Las (casas) que se construyen al presente son bastante incómodas porque les falta a los maestros gusto para las fábricas y no conocen absolutamente las reglas de la arquitectura civil. Los carpinteros de ribera son los que hacen los edificios, como si fuera lo mismo la construcción de un bajel que la de una casa» (Requena [1774] 1994), todo lo contrario se opinaba en 1797, en el Viajero Universal: «Aunque toda la materia de las casas es de madera, acompaña a su fábrica sobresaliente hermosura y capacidad» (Laporte [1797]1960, 173).

Se destacaba la ciudad y su entorno por la gran calidad de las maderas, así como por la habilidad de los carpinteros, calafates, hacheros, obreros y aprendices que eran en su mayoría negros, indígenas y mulatos. Pablo Sáenz de Durón (s.f., 168), quien había sido corregidor de la ciudad, informaba de esta manera a la Corte, a solicitud del Consejo de Indias: «…todos los oficiales, carpinteros de ribera, calafates y herreros que componen la maestranza de Guayaquil, demás de ser en número bastantes para las fábricas propuestas, trabajan con tanta habilidad y destreza que causa admiración a los más prácticos que allí han ido a fabricar y carenar». Le llamó también la atención a Saénz Durón que el calafateado se hiciera con estopa de coco en lugar del cáñamo como era costumbre en los astilleros europeos.

Estos trabajadores en algunas ocasiones eran ofrecidos como *manda* o aporte para la edificación de alguna obra pública por parte de sus propietarios, tal como se indica en el Acta del Cabildo del 18 de noviembre de 1674 sobre el proceso de construcción del Convento de la Concepción:

> El capitán don Juan Álvarez de Avilés dá y ofreció cien días de trabajo de un negro carpintero para el mismo tiempo.
>
> El capitán don Francisco Casauz ofreció el trabajo de un negro, que es medio oficial de carpintero de ribera, para todo el tiempo que durare la dicha fábrica, y si se muriere antes dará quinientos pesos (…)
>
> Don José Gutiérrez, sesenta días de jornal de un negro carpintero de lo blanco (ACCG 1975, 74-81).

El intenso trabajo del astillero determinó el elevado número de carpinteros que estuvieran vinculados a estos trabajos. En 1688, la maestranza, estaba conformada por 89 personas, incluyendo un maestro mayor de fábrica, cinco maestros mayores (de carpintero y de calafateo), oficiales hacheros, calafates, aserradores, y herreros (Clayton 1978, 118), para 1771 su número era significativo ya que se calculaban en casi 3000 los carpinteros y en 2000 los calafateros (Arosemena y Gómez Iturralde 1997, 51-52), en 1832 había 241 carpinteros y 25 calafates (Hamerly 1973, 113-114) y para 1909, cuando en la ciudad se contabilizaban 25 ingenieros y 27 albañiles, el número de carpinteros era de 290 (EGCAR 1909).

La arquitectura tradicional de Guayaquil

Cuando se habla de arquitectura vernácula o tradicional se hace como distinción de una arquitectura académica, en el sentido de que en esta última media un proyecto, elaborado generalmente por un arquitecto. En ese sentido no se podría hablar de una arquitectura académica en Guayaquil hasta finales del Siglo XIX cuando desarrollan su trabajo profesional los primeros arquitectos llegados a nuestra ciudad, procedentes de Europa.

El concepto de vernáculo va asociado también a la adecuación de esta arquitectura al medio, con soluciones eficientes frente a condiciones climáticas determinadas y a la necesidad de haber encontrado soluciones prácticas mediante la constante prueba-error en el uso de materiales y sistemas constructivos existentes en el medio y la transmisión de estas experiencias y resultados a las generaciones venideras. La configuración de esta arquitectura, también llamada tradicional, resulta, en el caso de la arquitectura colonial de Guayaquil, de la confluencia de la espacialidad e imagen hispana, urbana o rural junto con la incorporación de materiales y métodos constructivos locales –caña, bijao-quincha– y sistemas adaptados propios de la construcción naval.

El referente directo de la conformación de la llamada arquitectura tradicional de la costa ecuatoriana sería de la cultura Manteño-Huancavilca (1100 – 1520 DC), correspondiente al denominado Período de Integración, esto es el de aquellos que recibieron el impacto del encuentro con la conquista española. Los estudios realizados por arqueólogos de la dimensión de Olaf Holm o Jorge Marcos en el área de influencia de esta cultura, diferencian la arquitectura ceremonial de la arquitectura residencial, siendo de la primera donde se encuentra el único estudio realizado que corresponde al conjunto ceremonial en el sitio Los Cangrejitos de la Provincia de Santa Elena (Holm 1982, 275). En estos trabajos se destacan la existencia de edificaciones con estructura de madera y paredes de paneles de caña guadúa *(Guadua angustifolia kunt)* con o sin recubrimiento. En aquellas paredes donde se trabajaba el recubrimiento generalmente se lo hacía con quincha, las que en ocasiones eran decoradas con pintura o sometidas intencionalmente al fuego in situ «…con la intención de volverles resistentes al goteo del techo y las lluvias» (Holm 1982, 278).

Los grabados que dejaron los viajeros a estas tierras durante la Colonia muestran las edificaciones

vernáculas campesinas con características similares a las contemporáneas (figura 2), esto es de estructura de caña guadúa levantada sobre palafitos y cubiertas a dos aguas con techumbre de bijao. De esta manera describían a estas casas Jorge Juan y Antonio de Ulloa a mediados del Siglo XVIII:

> El principal y común de las casas que pueblan las orillas de aquel río desde Guayaquil hacia arriba, se reduce a cañas, de cuyo grueso y particularidades se tocará en su lugar. Con ellas se fabrica todo el techo interior, las paredes, suelo, escaleras de las habitaciones chicas, pasamanos y demás necesario … Para formar el techo en las casas grandes sientan la cumbrera principal de madera; y todas las demás vigas, que bajan de ella a descansar en la vertiente son de caña; sobre las cuales entablen con las que se hacen de las mismas; cúbrenlo por defuera con hojas de Vijahua y queda concluido a poca costa sin mucho trabajo, y con toda la capacidad, y conveniencia, que se apetece (Juan y Ulloa 1748).

La estructura espacial

La poca extensión de la ciudad de Guayaquil y su constante densificación, dieron lugar a que las casas estuvieran conformadas, generalmente, por planta baja y una o dos plantas superiores. Por lo general la planta baja de las casas era destinada a tiendas o bodegas, mientras las plantas altas, que servían para vivienda, se prolongaban sobre la vereda, con balcones y largas galerías frontales «… de 4 o 5 pies de ancho» (Stevenson [1808] 1960, 197), con ventanas de celosías de madera, desarrolladas por lo general alrededor de un patio central «…que semeja a los de Sevilla, menos los surtidores» (Holinsky [1851] 2001, 88).

El patio (figura 3) se constituía en el elemento articulador y de convergencia de los diferentes espacios interiores, además de servir como medio regulador de las condiciones climáticas internas. Por lo general desde el ingreso se accedía a un gran salón y

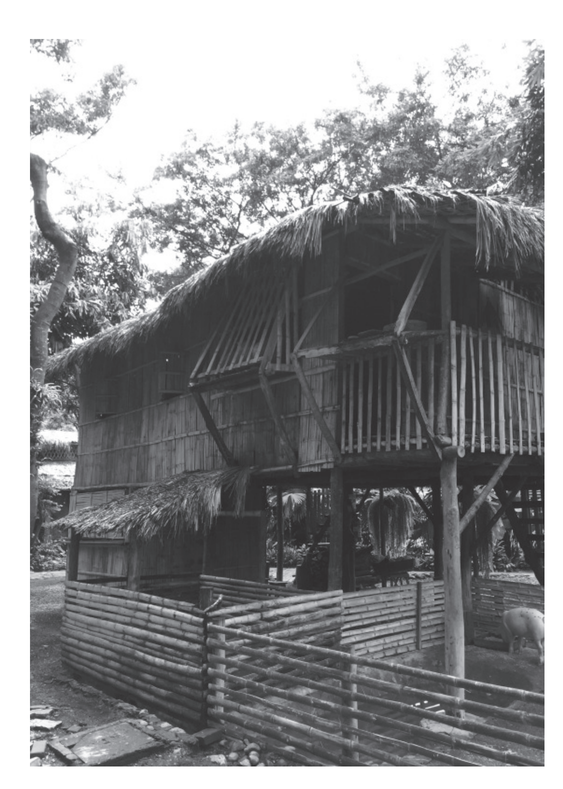


Figura 2
Típica casa campesina de la costa ecuatoriana (foto autor)



Figura 3
Patio de la casa Lavayen Paredes, Parque Histórico Guayaquil (foto autor)

desde ahí, mediante corredores, a los diferentes salones y dormitorios que además se comunicaban entre sí mediante puertas interiores.

Como medida precautelatoria ante los frecuentes incendios, la cocina se edificaba separada de la construcción principal, a la que se accedía mediante un puente angosto, llamado barbacoa, que podía ser cortado, si el fuego se originaba en la cocina, para liberar al resto de la casa de su contaminación, tal como se lo describía en 1797: «El justo recelo que deben allí tener de que algún descuido en las cocinas con el fuego pueda salirles muy costoso, ha providenciado separarlas de las casas; y así distante de estas como doce a quince pasos hacen su fábrica en alto, y por medio de un pasadizo descubierto a manera de puente, queda la comunicación de uno a otro. Este, siendo tan ligero, con brevedad se corta luego que se enciende la cocina, y queda libre la casa de participar del daño» (Laporte [1797]1960, 173).

El soportal

Un elemento que se destacaba por su uso extendido por toda la ciudad, como espacio acogedor y protector y respuesta a las condiciones climáticas, era el soportal, el cual surgía gracias a la prolongación de la planta superior de la edificación sobre la acera y que permitía vincular lo público de la calle con lo privado de la casa. Los viajeros que visitaban la ciudad en esta época, destacaban la posibilidad que éste brindaba de «… dar la vuelta a la ciudad sin mojarse ni ensuciarse el calzado» (Mallet [1820]2001, 70), además de la protección que proporcionaba ante el sol y la lluvia.

Hans Meyer ([1903] 1960) destacaba la utilidad de los soportales de esta manera: «Como el piso alto de la gran mayoría de las casas de dos pisos es saliente y descansa sobre vigas saledizas, hay debajo, en ambos costados de la calle, un pasadizo sombroso, donde están situadas las oficinas, los almacenes y las tiendas (…) por donde caminan los transeúntes».

Las chazas y las galerías

Otro elemento incorporado a la arquitectura de la ciudad fueron las chazas (figura 4), como se denominan con esta palabra de origen naval, a las ventanas de celosías de madera, herencia árabe, llegada a la península ibérica a través de la ocupación morisca. Estas ventanas abatibles permiten tamizar la luz y regular la entrada de aire, además de posibilitar observar desde el interior hacia el exterior y no en sentido contrario.



Figura 4
Ventana de chazas, casa Lavayen Paredes, Parque Histórico Guayaquil (foto autor)

En algunas casas tradicionales la composición de fachada estaba definida totalmente por este tipo de ventanas, asociadas a las galerías frontales, tal es el caso de la ya no existente y famosa «casa de las 100 ventanas» (figura 5), cuya fachada estaba conformada en su totalidad por una sucesión de ventanas de chazas. Estas galerías aparecen como constante en la arquitectura colonial de lugares sometidos a rigurosidades climáticas donde se combinan alta temperatura y humedad como en Guayaquil, convirtiéndose en un elemento regulador del ambiente interior.

La continuidad de la arquitectura tradicional luego del Gran Incendio de 1896.

El 5 y 6 de octubre de 1896 el incendio más grande de su historia asoló la ciudad de Guayaquil. En las



Figura 5
La casa de las 100 ventanas (postal antigua)

casi treinta horas que duró se destruyeron un total de 92 manzanas de las 458 que tenía entonces la ciudad (Estrada Ycaza 1972, 55), con un total de 1103 casas y edificios de los 4265 existentes (Crónica Comercial e Industrial en el Primer Siglo de la Independencia 1820-1920 1920, 67), entre los que se encontraban las principales edificaciones administrativas, importante infraestructura productiva, todos los puentes que existían entre los sectores de la Ciudad Vieja y la Ciudad Nueva y numerosos pozos que quedaron inutilizados por la ceniza. Se quedaron sin hogar cerca de 33.000 habitantes de un total aproximado de 59.000 personas que vivían en esa época en Guayaquil y se contabilizaron una veintena de muertes y decenas de heridos. Uno de los pocos edificios que sobrevivieron al incendio y que se conserva aún es el Hospicio Corazón de Jesús construido en 1886 (figura 6).

En los tres años siguientes al incendio, entre 1897 y 1899, apenas se habían podido levantar 384 casas, prácticamente todas en madera y que mantenían la distribución espacial, la composición formal y los materiales y sistemas constructivos de la arquitectura tradicional. Además empezaban a construirse otros edificios en madera que no eran destinados a vivienda, como el desaparecido Teatro Olmedo (figura 7), con capacidad para 1500 espectadores, diseñado y edificado en 1900 por el maestro carpintero Camilo Palomeque o el Colegio San Vicente en 1901 (figura 8), diseñado y construido por Emilio Estrada Carmona, importante constructor que llegaría a ser presidente de la república.

En 1905 la Ordenanza de Construcción y Ornato, expedida por la Municipalidad, contemplaba que las construcciones realizadas con materiales incombustibles podían tener hasta tres pisos de altura y prohibía que las construcciones de teatros, templos, capillas y oratorios fueran hechas de materiales combustibles. Además exigía que para la aprobación de proyectos arquitectónicos los planos fueran suscritos «…por un ingeniero, arquitecto o maestro carpintero inscrito en la matrícula municipal» (Artículo 2), que «Las casas serán de 1 ó 2 pisos» (Artículo 4) y la «Prohibición de uso de madera en fachadas – soportales, paredes tumbados. Se acepta el uso de madera en: persianas, ventanas, celosías (corredizas o con barajas)» (Artículo 7). A partir de esta ordenanza, se empieza a mo-



Figura 6
Hospicio Corazón de Jesús, 1886 (foto autor)



Figura 7
Teatro Olmedo, 1900 (Compte 2007)



Figura 8
Colegio San Vicente del Guayas, 1901 (Compte 2007)

dificar la manera de desarrollar los proyectos y la imagen resultante de la ciudad, en pleno proceso de reconstrucción, con la incorporación de nuevos materiales de construcción como el cemento y el hormigón armado como sistema constructivo principal.

La arquitectura tradicional de Guayaquil conformada durante la Colonia y definida en el conjunto de características descritos, tiene su continuidad en la arquitectura popular diseminada por toda la ciudad, elaborada de manera informal y empírica por los propios habitantes con el uso de materiales locales, con formas que poco difieren de las que se podían encontrar siglos atrás en la que sin la intervención de arquitectos se preservan características espaciales y se desarrolla estéticamente con elementos que se anclan en referentes del pasado.

El sistema constructivo en madera y las herramientas de trabajo

La construcción de navíos por parte de los carpinteros de ribera guayaquileños partía de un conocimiento empírico y del aprendizaje que surge de la práctica constante, tal como lo indica María Luisa Laviana (1987, 196): «Sabido es que durante la edad moderna predomina en todas partes el carácter empírico de la construcción naval, y en efecto también los trabajadores del astillero de Guayaquil fabricaban sus buques basándose fundamentalmente en la experiencia y atendiendo a criterios prácticos o a exigencias de los armadores más que a la cada vez más abundante reglamentación escrita sobre dimensiones y características de los navíos», aunque Clayton (1978, 196) considera que dichas disposiciones ni siquiera fueron conocidas en Guayaquil por lo que no pudieron ser aplicadas. A pesar de esto se destacaba la experticia de los trabajos en los navíos y en la construcción de edificios.

El sistema constructivo de los barcos y de las casas era básicamente el mismo, además del uso de las mismas maderas y de los ensambles y acabados. Los ensambles utilizados eran los denominados: rayo de júpiter (figura 9), media madera, cola de milano, machihembrado y pico de pato, los que eran reforzados con cuñas de madera o clavos de hierro. Estos ensambles, usados en las estructuras de los edificios, no eran visibles, ya que eran generalmente cubiertos con forros de madera, zinc o latón y no eran visibles.

Las maderas más utilizadas en los elementos estructurales eran el guachapelí (*Albizzia guachapele*), aunque también era común el uso del roble (*Tabebuia rosea*), el cedro (*Cedrela odorata*), el amarillo (*Centrolubium ochroxilmi)*, el canelo (*Drimys winteri)*, el mangle, el bálsamo *(Myroxylon peruiferum)* y el laurel (*Cordia alliodora)* o la «…madera negra incorruptible…con llaves o riostras de madera de matasarna» (Noboa 1920, 43). Para los entablados de los entresuelos se utilizaban «…tablones del mismo roble y de cedro y ceyba (…) con clavazón, calafateados con estopa y brea», para las paredes tablones de madera o «…de quincha de palos tejidos con beju-



Figura 9
Ensamble en rayo de júpiter. Casa Hacienda San Juan, Parque Histórico Guayaquil (foto autor)

cos, y cubiertos con un barro» (Noboa 1920, 43); para las cubiertas se usaba paja «…o gamalote», aunque en ciertos edificios de la Ciudad Nueva se usaba «…texa» (Juan y Ulloa 1748), para los pisos y paredes «…caña picada» y para la techumbre «… bijao o de otras plantas secas» (Hassaurek [1868] 1961).

Es interesante destacar el comentario sobre la construcción en madera que realizó en 1903 el alemán Hans Meyer quien destacaba su sorpresa al encontrarse «…delante de un edificio construido de lozas (sic) de mármol, más, viéndolas más de cerca se revelaba la supuesta piedra como trabajo de madera marmoleado» ([1903] 1960). Aún hoy es posible encontrar ejemplos de este trabajo en algunas casas de madera del Barrio Las Peñas y del área central de la ciudad reconstruidas luego del Gran Incendio de 1896 (figura 10).

Si bien prácticamente desde los inicios de la ciudad su actividad se volcó al intercambio comercial, al ser puerto de importancia de la costa sur del Pacífico y a la construcción de barcos no es sino hasta el Siglo XVIII cuando se presenta un cambio en la actividad maderera de la ciudad, al empezar a desarrollarse la industria de aserraderos y ebanistería que producía madera labrada de alta calidad lo que posibilitaría que «…la riqueza maderera constituya el principal factor del desarrollo industrial de Guayaquil durante la colonia» (Laviana 1987, 165) y que la edificación empiece a adquirir mejor calidad en sus acabados y que surjan artesanos especializados en la construcción.



Figura 10
Barrio Las Peñas (foto autor).

El hecho de que las casas fueran todas construidas en madera llamaba la atención a los diferentes viajeros que arribaron a Guayaquil a lo largo de su historia, como el pirata Woodes Rogers ([1717] 1936) quien indicaba: «La mayor parte de las casas de la ciudad son de ladrillo o de madera; las más insignificantes son hechas de caña, y hay algunas muy atendidas» o los españoles Jorge Juan y Antonio de Ulloa (1748): «Todas las casas de una y otra ciudad son de madera», la excepción la marcaba el Convento de Santo Domingo ubicado en la Ciudad Vieja y que fue levantado en piedra, «…porque la mayor solidez del terreno tiene resistencia para mantener edificios de esta materia» (Laporte [1797]1960, 175). Incluso hasta el Siglo XIX, viajeros como el diplomático norteamericano Frederik Hassaurek ([1868] 1961) se sorprendía por la «…total ausencia de edificios de piedra o de ladrillo».

La construcción en madera ofrecía también mejor resistencia ante los sismos tal como lo indicaba Carlos Wiener ([1880]1961): «Los terremotos, que suelen ser bastante prolongados, imprimen a estos edificios oscilaciones que derribarían las de piedra, por sólidas que fueran; en cambio, no producen ningún efecto destructor en esas construcciones que oscilan, crujen y continúan incólumes como en un barco en un mar agitado». Esta resistencia de las edificaciones de madera a los sismos era destacada por los viajeros, quienes describían como algunas grandes casas se veían «…extrañamente dislocadas por los terremotos, de manera que parecen listas a caer en cualquier momento» (Hassaurek [1868] 1961).

La formación que recibían los carpinteros de ribera provenía de un aprendizaje empírico desde aprendices hasta que a través de la práctica continua dominaban el oficio. Recién en 1904 hay referencias sobre la enseñanza de arquitectura a los aprendices de ebanistería y carpinteros de ribera de Guayaquil en la Escuela de Artes y Oficios de la Sociedad Filantrópica del Guayas, quienes recibían la materia Geometría y Arquitectura (Rodríguez 1926, 103).

Las herramientas que utilizaban estos artesanos y con las que daban forma a la madera, eran muy elementales y limitadas, tal como lo describía Mario Cicala:

> Hay carpinteros en gran número, expertos y de todas las especialidades, los llamados de ribera trabajan de maravilla –con la sola hacha– los maderos y vigas para las naves,

y con tanta soltura y exactitud y solamente al ojo, que todos los extranjeros quedan sorprendidos y admirados, al observarlos tan diestros y hábiles en el manejo de su herramienta… Otra clase de carpinteros, solamente de hacha, llamados también de ribera, trabajan igualmente con la mayor eficiencia, sin la necesidad de escuadra ni plomada, solamente al ojo, labrando y puliendo los maderos y tablas, hasta lograr las más alisadas superficies… La cuarta clase es la de los calafateros, que llegan a dos mil; se trata de carpinteros de ribera que trabajan con toda clase de instrumentos; sierra pequeña, hacha, hachuela y en su arte particular de calafateros (Cicala [1771] 1987, 51-52).

En conclusión, se puede afirmar que los carpinteros de ribera, aplicando técnicas constructivas navales y con el uso de las mismas herramientas con las que trabajaban los barcos tuvieron un aporte fundamental en la configuración de la arquitectura colonial y de la hasta ahora existente arquitectura tradicional de la ciudad de Guayaquil.

Notas

1. El Diccionario de la Real Academia define a la chaza como «El espacio que media entre dos portas de una batería»; siendo una porta «Cada una de las aberturas, a modo de ventanas, situadas en los costados y en la popa de los buques, para darles luz y ventilación, para efectuar su carga y descarga y, principalmente, para colocar la artillería».
2. Es una mezcla de arcilla con paja aplicada sobre la caña abierta –denominada latillas de caña- o sobre un entretejido de ramillas de guadúa o bejuco y que se dejaba secar al sol.
3. Se refieren al bijao (*Calathea lutea*), planta originaria de América, semejante al plátano, de grandes hojas que por su carácter impermeable era utilizada para cubrir las techumbres de las casas.
4. Se refiere a los cielos rasos.

Lista de referencias

ACCG. *Actas del Cabildo Colonial de Guayaquil. Tomo V: 1670-1679.* Guayaquil: Archivo Histórico del Guayas, 1975.

Arosemena, Guillermo, y José Antonio Gómez Iturralde. *Guayaquil y el río, una relación secular 1767-1844.* Guayaquil: Archivo Histórico del Guayas, 1997.

Cicala, Mario. «Descripción Histórico-Topográfica de la Provincia de Quito de la Compañía de Jesús. Descripción de la ciudad de Guayaquil en general 1767-1771.» En *Guayaquil y el río, una relación secular, 1767-1844, vol. 1*, de José Antonio Gómez Iturralde y Guillermo Arosemena compiladores. Guayaquil: Archivo Histórico del Guayas, [1771] 1987.

Clayton, Lawrence. *Los astilleros de Guayaquil colonial.* Guayaquil: Archivo Histórico del Guayas, 1978.

Compte, Florencio. *Arquitectos de Guayaquil.* Guayaquil: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, 2007.

Crónica Comercial e Industrial de Guayaquil en el Primer Siglo de la Independencia 1820-1920. Quito: Librería e Imprenta Gutenberg, 1920.

EGCAR. *El Ecuador. Guía Comercial, Agrícola e Industrial de la República.* Guayaquil: Compañía Guía del Ecuador, 1909.

Estrada Ycaza, Julio. «Evolución urbana de Guayaquil.» *Revista del Archivo Histórico del Guayas*, 1972: 37-66.

Hamerly, Michael T. *Historia social y económica de la antigua provincia de Guayaquil, 1763-1842.* Guayaquil: Archivo Histórico del Guayas, 1973.

Hassaurek, Frederick. «Four years among tjhe ecuadoreans, 1861-1865.» En *Ecuador visto por los extranjeros*. México: E. J. Cajica Jr., [1868] 1961.

Hidalgo, Angel Emilio. *El Artesanado en Guayaquil. Gremios, Sociedades Artesanales y Círculos Obreros (1688-1925).* Quito: Ministerio Coordinador de Patrimonio, 2011.

Holinsky, Alexandre. «El Ecuador: Escenas de la vida Sudamericana.» En *Guía Histórica de Guayaquil Tomo I. Notas de un viaje de cuatro siglos*, de Julio Estrada Ycaza, 87-95. Guayaquil: Poligráfica, [1851] 2001.

Holm, Olaf. «La vivienda prehistórica.» En *Arquitectura vernácula en el litoral*, de David Nurnberg. Guayaquil: Archivo Histórico del Guayas, 1982.

Juan, Jorge, y Antonio de Ulloa. *Noticias Secretas de América.* Londres: Imprenta de R. Taylor, 1826.

Juan, Jorge, y Antonio de Ulloa. *Relación Histórica de un Viaje a la América Meridional.* Madrid, 1748.

Laporte, Joseph de. «El Viajero Universal o Noticia del Mundo Antiguo y Nuevo.» En *El Ecuador visto por los extranjeros (viajeros de los siglos XVIII y XIX)*, de Biblioteca Ecuatoriana Mínima, 173-182. Puebla: José M. Cajica Jr., [1797]1960.

Laviana, María Luisa. *Guayaquil en el Siglo XVIII: recursos naturales y desarrollo económico.* Sevilla: Escuela de Estudios Hispano-Americanos, 1987.

Laviana, María Luisa. «La Maestranza del astillero de Guayaquil en el siglo XVIII.» *Temas Americanistas Número 4*, 1984: 74-91.

León Sáenz, Jorge. «Los astilleros y la industria marítima en el Pacífico americano: Siglos XVI a XIX.» *Diálogos, Revista Electrónica de Historia, Vol. 10 # 1*, 2009: 44-90.

Mallet, Jean. «Viajes por el Interior de la América Meridional, 1808-1820.» En *Guía Histórica de Guayaquil Tomo*

I. Notas de un viaje de cuatro siglos, de Julio Estrada Ycaza, 70. Guayaquil: Poligráfica, [1820]2001.

Meyer, Hans. «En los Altos Andes del Ecuador.» En *El Ecuador visto por los extranjeros (viajeros de los siglos XVIII y XIX)*, de Biblioteca Ecuatoriana Mínima, 495-508. Puebla: José M. Cajica Jr., [1903] 1960.

Noboa, Carlos Manuel ed. *América Libre. Guayaquil en 1920.* Guayaquil: Prensa Ecuatoriana, 1920.

Nurnberg, David. *Arquitectura vernácula en el litoral.* Guayaquil: Archivo Histórico del Guayas, 1982.

Peralta, Claudia. *Patrimonio Arquitectónico de los Gremios de Guayaquil (1870-1930).* Quito: Ministerio Coordinador de Patrimonio, 2011.

Requena, Francisco. «Descripción histórica y geográfica de la provincia de Guayaquil en el virreinato de Santa Fe, para acompañar el mapa de su distrito e inmediaciones, hecha por el ingeniero extraordinario D. Francisco Requena. Guayaquil, 1774.» En *Relaciones Histórico Geográficas de la Audiencia de Quito siglo XVI-XIX, tomo n*, de editora Pilar Ponce Leiva. Quito: Marka/Abya-Yala, [1774] 1994.

Rodríguez, Carlos. *Historia de la Sociedad Filantrópica del Guayas.* Guayaquil: Imprenta de la Sociedad Filantrópica del Guayas, 1926.

Rogers, Woodes. «Voyage autour du monde commencé en 1708 et finie 1711: par le capitaine Woodes Rogers.» *Anales de la Universidad Central. Quito*, [1717] 1936.

Sáenz Durón, Pablo. «Expediente sobre el comercio de cacao de Guayaquil a Acapulco: años de 1720 a 1725.» *AGI*, s.f.

Salazar de Villasante, Licenciado Juan. *Relación general de las poblaciones españolas del Perú.* 1563.

Stevenson, W. B. «A historical and desciptive narrative of twenty years residence in South America.» En *El Ecuador visto por los extranjeros (viajeros de los siglos XVIII y XIX)*, de Biblioteca Ecuatoriana Mínima, 195-237. Puebla: José M. Cajica Jr., [1808] 1960.

Wiener, Charles. «Un francés en Guayaquil.» En *El Ecuador visto por los extranjeros*. México: E. J. Cajica Jr., [1880]1961.

La carpintería de lo blanco en la Castilla valenciana: el ejemplo de San Bartolomé de Requena

Luis Cortés Meseguer
José Pardo Conejero
Andrés Sánchez Torres
Santiago Tormo Esteve

La comarca de Requena-Utiel se encuentra en el extremo oeste de la provincia de Valencia, y tiene una estructura muy definida. Consiste en una llanura inclinada hacia el sureste (altitud de 900 a 700 m, aproximadamente) de unos 45 km de diámetro limitada por sierras y por el este por un territorio que precede a un abrupto desnivel (el portillo de Buñol) que da paso a las comarcas del llano valenciano. En el siglo XIX se desgajó administrativamente de Cuenca y se adscribió a Valencia. Es por ello que se le denominó *Castilla Valenciana*, por ser castellanos incluidos en el territorio valenciano. Aunque la comarca de Requena-Utiel perteneció hasta la conquista cristiana al Reino musulmán de Valencia, su conquista por parte de las huestes del Obispo de Cuenca y su inclusión en la Corona de Castilla hicieron de ella parte de la frontera castellana frente al Reino de Valencia. La incorporación en 1851 a la provincia de Valencia incluyó de nuevo a la comarca en la organización valenciana, aunque con una adscripción cultural muy diferenciada.

El extraordinario desarrollo que debió tener la carpintería de armar en estas tierras se basó en razones históricas y económicas. El estatus de tierra de frontera sugería que la Carta Puebla y Fuero que se otorgasen (dados por Alfonso X el Sabio) ofreciesen ciertas ventajas para los nuevos pobladores de tan inseguros territorios. Una de ellas fue la existencia de bosques comunales en los que se podía extraer, previa autorización, madera gratuita para la construcción. La altitud de la comarca (700-900m de media, con sierras ascienden a los 1300 metros) permitía el crecimiento de buena madera. Así, madera de calidad y disponibilidad posibilitaron un amplio desarrollo de la carpintería de armar. Cabe indicar que este sistema permitía la construcción rápida de edificios utilitarios, económicos, que respondiesen a necesidades inmediatas y que no debiesen soportar pesadas cubiertas, cuyos empujes se debían reducir siempre a los mínimos posibles. No estarían estos primeros cristianos para edificar suntuosos templos con bóvedas de piedra, pues este material era, en un entorno cercano, escaso y además de poca calidad. Prueba de esta afirmación se fundamenta en la observación de los restos más antiguos de las pocas iglesias medievales de la comarca, ubicadas exclusivamente en los municipios de Requena, Utiel y Camporrobles. Las cuatro de Requena pueden datarse de entre los siglos XIII y XV, aunque sus partes reconocibles como portadas y bóvedas son tardomedievales (siglos XV e incluso XVI), vinculadas con el auge y prosperidad derivadas del reinado de los Reyes Católicos (recordemos que Requena era Villa Real que resistió enconadamente frente al poder nobiliario en las turbulencias de la segunda mitad del siglo XV). La iglesia del Salvador (Lafuente 1983), la de Santa María (Jesús 1985) y la del Carmen presentan elementos claros del siglo XV, como las bóvedas con terceletes y combados o como la tardía decoración escultórica de las portadas.

Con estas bases, el empleo de la carpintería de armar se siguió desarrollando en los siglos XVI y



Figura 1
Interior de la ermita de San Sebastián de Requena, edificio medieval con techumbre de madera (Cortés et al 2014)

XVII, mientras que a finales del XVIII iniciaría su declive. La consideración de la madera vista como un material pobre, barroco e inseguro frente a incendios, se concretó en su proscripción por la Academia a partir de la segunda mitad del siglo XVIII,[1] aunque se estima que perduró hasta casi el siglo XX en construcciones de ejecución popular que escapaban del control académico.

En el siglo XIX, el informe que el presbítero Díaz de Martínez emite con objeto del arreglo parroquial derivado del Concordato de 1851, informa de la existencia de seis ermitas que en el término de Requena había con techumbre armada de madera .El autor las identifica como cubiertas con *bóveda a tijera*. De ellas, solamente dos subsisten, tras los derribos sistemáticos acaecidos en el siglo XX: una, la ermita de San Sebastián, de tres naves divididas por columnas octogonales de sabor gótico, restaurada por Jurado;[2] la otra, la ermita de San Bartolomé, hasta ahora prácticamente desconocida y casi olvidada.

La Carpintería de lo Blanco en tierras conquenses españolas y americanas

Conocidos y fundamentales son los trabajos de Nuere (2001) en relación a la tratadística de la carpintería de lo Blanco. Destaca entre ella, con carácter coetáneo a López de Arenas en la primera mitad del siglo XVII, un tratado de temas varios entre los cuales sobresale un capítulo dedicado a la carpintería de lo blanco y tiene la peculiaridad de que este fue escrito en tierras americanas; su autor fue Andrés de Segura, más conocido como Fray Andrés de San Miguel, un fraile de la Orden de los Carmelitas, arquitecto de varios conventos de la orden en América y que podría haber establecido la conexión de esta técnica constructiva entre los ejemplos ibéricos y los sudamericanos. En su tratado, que se ha datado en 1630, Fray Andrés aborda el tema de la carpintería de lo blanco desde un punto de vista más teórico que López de Arenas, posiblemente por no ser practicante del oficio, por lo que sus conoci-



Figura 2
Interior de la Ermita de San Bartolomé de Requena e interior de la iglesia del Sagrario, también denominada antigua Catedral de Cuenca, Ecuador (Sánchez, 2014)

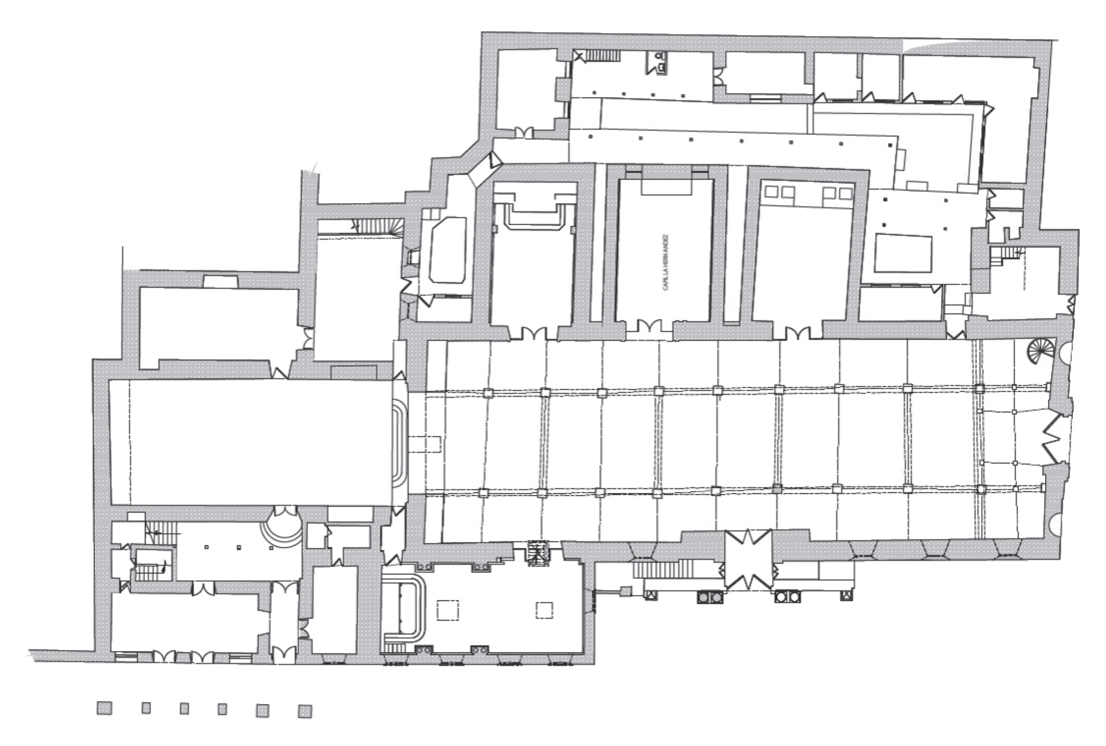


Figura 3
Planta de la iglesia del Sagrario, también denominada antigua Catedral, en Cuenca, Ecuador (Sánchez, 2014)

mientos sobre el tema debían provenir de manuscritos —hoy desconocidos— resguardados por la orden carmelita y por las instrucciones de los practicantes del oficio en América.

Numerosos edificios cubiertos con esta técnica constructiva existen en la provincia de Cuenca (España), entre los que podemos destacar, a modo de ejemplo, la ermita del Padre Eterno de Campillo de Altobuey o la de San Antón de Villanueva de la Jara; la iglesia parroquial de la Pesquera o la iglesia parroquial de la Asunción del Peral de la Jara. En ellos se observan cómo la decoración puede ser tallada o pintada (como en las pinturas de aspecto gótico sobre las tablas y aliceres de la techumbre de la iglesia del Peral). En Cuenca (Ecuador) se está procediendo al estudio y catalogación de este tipo de techumbres como objeto de una tesis doctoral, resaltando la similitud constructiva a tan lejana distancia.

La ermita de San Bartolomé de Requena. Apuntes históricos

Los orígenes de esta ermita se remontan, al menos, al siglo XVI, pues el presbítero Domínguez de la Coba cita que ya existía en 1568. La práctica ausencia de documentos históricos unida al carácter utilitario y hasta cierto punto popular de las partes más antiguas del edificio, no permiten datar con precisión el momento de su construcción. No obstante, cabe destacar su ubicación extramuros muy cercana al medieval arrabal de las Ollerías, desarrollado en torno al antiguo camino de Valencia. La advocación de Virgen de la Caridad, que ha sustituido en estos tiempos a la histórica de San Bartolomé, le viene dada por albergar a esta Virgen, de gran devoción popular. En el siglo XIX, destacaba Díaz de Martínez (1860) la solidez de sus muros y su «entabacado de excelentes maderas», así como la falta de docu-



Figura 4
Fachada principal de la ermita y del cementerio (Cortés et al. 2014)

mentación que diese con indicios del principio y razón de su establecimiento. El minucioso sacerdote afirmó: «mucho he trabajado por indagar su origen: mas no lo he podido descubrir». La dimensiones en planta por él dadas coinciden aproximadamente con las actuales (18 x 9 varas, es decir 15 x 7,60 metros). En 1813 se le adosó el cementerio municipal (Herrero Moral 1990), lo que desfiguró su carácter aislado y confundió a buena parte de la historiografía local (Bernabéu 1983) que la consideró, dadas las reformas del siglo XX, como obra moderna. Finalmente, se debe a Fermín Pardo, cronista de Requena, el redescubrimiento y correcta datación de la ermita, ya a finales del siglo XX.[3]

La ermita de San Bartolomé de Requena. Descripción sucinta

La Ermita de San Bartolomé, es actualmente de propiedad municipal y se encuentra protegida por el Catálogo de Bienes y Espacios Protegidos de Requena como Bien de Relevancia Local. La implantación de la ermita es característica de los templos cristianos y la ubicación del altar está orientada hacia el Este. El actual edificio es de planta rectangular, con cubierta a tres aguas. Muestra un austero y desornamentado carácter. Se halla semienterrado, salvo en su lado oeste correspondiente a la fachada principal, en el que se precisan incluso escalones para acceder. Su techumbre de madera es el elemento más interesante, de la cual solamente existen elementos decorativos en las ménsulas de sus canes, con su tradicional talla de adscripción renacentista. Muchos elementos son del siglo XX: su fachada de ladrillo, revocada con un fingido de ladrillo, que forma conjunto con la portada de acceso al cementerio; sus ventanas de recuerdo gótico y modernas vidrieras; su solado con baldosa hidráulica, típico de los años 1940-1950; las imitaciones de sillares en el enlucido interior; los nichos de la posguerra, con enterramientos del *Bando Nacional*, que ocultan el ochavo de la techumbre; el altar y las rejas que dividen el presbiterio de la nave, etc.

Existe un cuerpo añadido en la fachada este que es hoy día oficina del enterrador municipal. Su techumbre es actual, y sus fábricas podrían también serlo. Se desconoce si sustituye a la histórica sacristía cuya existencia afirma Díaz de Martínez o si consiste en un edificio nuevo. La fachada sur está enfoscada y pintada de blanco, mientras que la norte es la más in-



Figura 5
Fachada norte (Pardo, 2014)

teresante, ya que en ella se permiten lecturas estratigráficas. Se puede así diferenciar claramente la ermita y el bloque recrecido para la oficina del enterrador. El muro que cierra dicha fachada es de mampostería, con un enfoscado de mortero de cal, en el que es visible tanto las distintas reparaciones sobre el mismo como la práctica ya abandonada de albergar inscripciones funerarias, hoy desaparecidas. En este muro, de alguna piedras vistas por la pérdida del mortero de revestimiento, han quedado descubiertas las cabezas de algunos elementos estructurales de la cubierta (tirantes y canes).

En el interior, lo que más llama la atención es la estructura de madera de la cubierta, que hasta hace pocos años estaba oculta con un cielo raso colocado en el siglo XX. Esta cubierta corresponde a un ejemplo del sistema constructivo de la carpintería de lo blanco, en una de sus más elementales composiciones como es la estructura de par e hilera, en que se pueden apreciar claramente cada una de sus partes: soleras, canes o ménsulas, tocaduras, aliceres, tirantes, pares, tablillas e hilera. Además, existen piezas ocultas por el bloque de nichos construido en el altar: se trata de dos ménsulas de talla esviada, de gran belleza, que soportan un cuadral u ochavo.

La disposición constructiva

La disposición constructiva de par e hilera quedaría englobada en el mismo grupo que la de par y nudillo (Nuere, 2001); los nudillos limitan la deformación de los pares. A partir de determinadas luces las armaduras precisan inevitablemente tirantes y para solidarizar el comportamiento y evitar la proliferación de un tirante por cada par, aparece el estribo, que evita el empuje de los pares huérfanos de tirante. El estribo recorre el perímetro de coronación y actúa como zunchado de los muros. Aparece también el cuadral (u ochavo) como refuerzo de las esquinas. En esta ermita, las ménsulas y los tirantes tienen una sección cuadrada de aproximadamente un tercio de vara (entre 28 y 30cm); los pares rondan las cuatro por seis pulgadas (9,5 × 14 cm). Cabe apuntar, además, que la decoración de lazo, tallado de ménsulas con roleos o los motivos vegetales en elementos lineales, o las simples incisiones o trabajo de las aristas, dependen en muchos casos no solamente de su carácter visto, sino de los medios económicos disponibles. Por ello, aunque en este caso la decoración no aparezca con profusión o simplemente esté ausente, no debemos soslayar los ejemplos numerosos de armaduras de cubierta profusamente decoradas propias de la tradición española de la carpintería de armar.



Figura 6
Vista general de la cubierta (Pardo, 2014)

En San Bartolomé de Requena, todas las piezas de madera sobre el nivel de los tirantes muestran dos estratos pictóricos diferenciados: uno gris azulado y uno blanco sobrepuesto al primero, lo que permite pensar que la estructura fue realizada para ser vista. Posiblemente, las piezas de la techumbre fueron encaladas sobre el tono gris azulado, más antiguo, cuya coloración se debe a que contenía resina negro vegetal en su preparación tradicional. Los elementos como tirantes, ménsulas, tocaduras y aliceres (salvo las ménsulas ocultas por el bloque de nichos), están cubiertos con una capa de esmalte marrón oscuro, cuya aplicación es reciente y se vincula a la colocación del falso techo de yeso y cañizo (retirado en 2013). Las tablillas de madera y los pares están muy deteriorados por la humedad existente y la presencia de manchas de humedad y hongos es muy notoria, debido a la filtración de agua lluvia a través del tejado, que está en mal estado de conservación y que previsiblemente ha estado aún peor en otras épocas.

La posición de un tirante adyacente al muro del imafronte sugiere que la cubierta ya pudo tener en un origen tres aguas, y que dicho imafronte se elevaría por encima de la línea de cornisa para conformar tal vez una fachada con espadaña. Esta disposición se observaba en la antigua ermita de la aldea de San Juan de Requena, cuya *bóveda a tijera* fue arrasada en los años ochenta del siglo XX. La actual fachada sustituye parcialmente a la antigua, que parece de mampostería y tapia, con la que se traba. La construcción de nichos adosados en la fachada norte produjo un imposible encuentro de aguas que han gene-

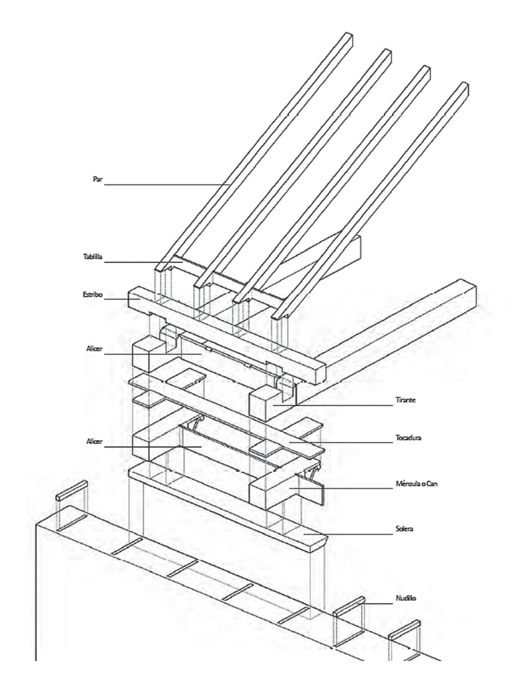


Figura 7
Despiece de los elementos de cubierta de la ermita de San Bartolomé (Sánchez, 2014)

rado graves daños en la techumbre. Algunos elementos, como los canes y tirantes (los más cercanos al imafronte) tienen sus cabezas podridas debido a las aguas durmientes. También, al realizar el escaneo láser de la ermita, se pudo apreciar un hundimiento de la cubierta en su parte central; además, los pares tienen un desplome progresivo hacia la espadaña que también está ligeramente fuera de plomada. Una de las limas bordón se halla quebrada y apuntalada. Por último, es muy notoria la presencia de hongos y carcoma en la madera de los pares, lo que sumado a lo descrito anteriormente hace que sea imperiosa las acciones de restauración para asegurar su conservación.

El replanteo de la techumbre de la ermita de San Bartolomé de Requena

Con carácter anterior a la adopción del Sistema Métrico decimal, la unidad de medida utilizada en Castilla era la Vara de Burgos o Castellana. De acuerdo con Aravaca (1867) la vara castellana «*equivale á 0 metros, 835905 millonésimas de metro»;* esta afirmación se ha podido constatar en la vara castellana existente en el en el Museo Municipal de Requena. La vara de requena conservada, fechada en 1804, mide 0,8359 metros, y está dividida por su cara frontal en pies, dedos y pulgadas; y, en su cara posterior en codos, palmos y ochavas. No será de extrañar pues que las medidas básicas del edificio se hallen en estas unidades.

Para replantear las cubiertas y cada una de sus piezas, en la técnica de la carpintería de armar, el conocimiento de la geometría es la base para el trazo de las piezas y sus cortes, y los instrumentos utilizados para ello (escuadra, saltaregla) se podían reemplazar por los cartabones, que además ofrecer un trazado fácil, proporcionaban en sus dos ángulos los cortes necesarios para las armaduras y los lazos, como indica Nuere.[4] Tras el análisis de una sección de la cubierta de la Ermita de San Bartolomé, se han seleccionado tres hipótesis probables en cuanto al trazado del cartabón de su armadura. La primera de ellas utiliza el cartabón de siete acorde al trazo de Fray Lorenzo de San Nicolás (al trazar los cartabones de siete mediante

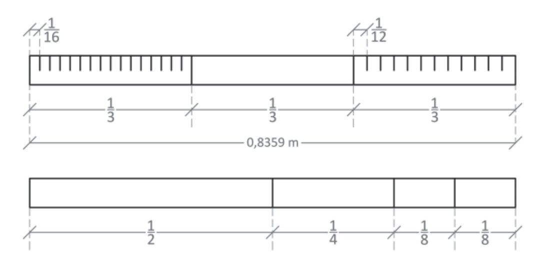




Figura 8
La vara de Requena (Pardo, 2014)

el método de López de Arenas o Fray Miguel la diferencia que existe entre estos es milimétrica). En este caso, la diferencia entre el cartabón de armadura y la armadura existente es de 0,1275 m. No obstante, puede que la solución empleada difiera de la explicada en los tratados del XVII. En esta dirección se han establecido dos nuevas hipótesis, apoyadas en la comparación con los precisos resultados obtenidos del escáner láser. La primera de ellas propone el trazado del cartabón a partir de la unidad de medida vigente en aquel tiempo: la vara castellana. Para ello se levanta a una distancia de una vara y dos pies una perpendicular al tirante AB hasta que corte con la cambija o semicírculo. Se forma el cartabón ACB, del que se desprende el cartabón de armadura AC´B que tiene un error de 0,0715 m con respecto a la armadura construida. Sin embargo, una nueva hipótesis es la que más se acerca a la realidad: se parte de la división de la luz existente entre los muros en cinco partes iguales. Desde el primer quinto de la luz se levanta una perpendicular al tirante AB hasta

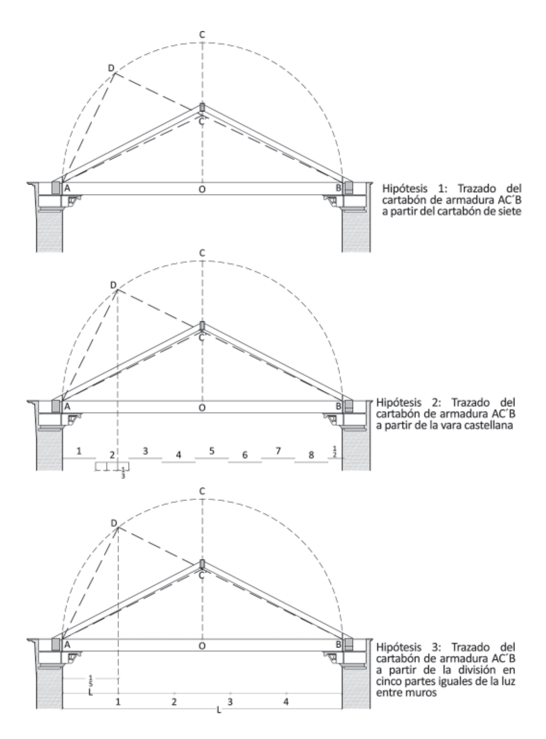


Figura 9
Posibles replanteos históricos de los cartabones de cubierta (Sánchez, 2014)

que corta la cambija. El cartabón de armadura obtenido es el que más se asemeja a la estructura actual, con un fallo de tan solo 0,0583 m.

La elección de las maderas de construcción

De capital importancia era la elección de las maderas. No habiendo documentos relativos a la construcción de la ermita, se ha hallado uno referente al convento del Carmen de Requena, que corresponde al Acta del 9 de febrero, por la que el prior de dicho convento solicita «licencia para la corta de 300 pinos en la rambla de la Alcantarilla para las obras que tiene pendientes en dicho convento».[5] Según el calendario lunar de 1702, el día 9 de febrero, jueves, la luna se hallaba en luna creciente. La luna llena se produjo el domingo 12 de febrero de 1702, por lo que se entiende que se solicitó permiso para el corte de la madera en la menguante de febrero (días 13 al 25). La rambla de la Alcantarilla es paralela a la Rambla de los Morenos, y aboca en el río Cabriel buena parte de las aguas que del llano de Campo Arcís y los Duques. La tradición oral en Requena y su término siempre recomienda que la tala se produzca en la luna menguante de enero, pero también es aceptable en febrero (lo que apoya el documento histórico). La razón se basa en considerar que en época fría el árbol se halla aletargado y su actividad vital es inferior. La luna menguante supone el período en el que la savia se halla concentrada en raíces y tallos, de modo que minora su presencia en el tronco, pues la cantidad de savia se relaciona directamente con la proliferación de insectos xilófagos. Se ha comprobado que en otras partes de Castilla se adoptaban similares cautelas en la corta de maderas.[6] Los tratados de referencia habitual no reparan en estos aspectos, salvo el de Álvarez (1609), que recomienda la corta en invierno cuando el árbol esté *enjuto*, es decir, sin savia. Este tratado acaso reproduce confusamente otros aspectos ya apuntados por otros que circulaban por Europa, como el de Jousse (1702), que en su versión de 1702 explica cómo desecar, mediante cortes parciales espaciados en el tiempo, un árbol que se desea abatir fuera del periodo recomendado, lo cual explica Álvarez con cierta confusión. Esta cuestión abundaría en la consideración de algunos tratados, como el de Rodrigo Álvarez, como recopilaciones de otros tratados, compendiosas del saber acumulado.

Descripción de la ejecución de la techumbre

A continuación, se ha procedido a ilustrar mediante axonometrías constructivas de la ermita de San Bartolomé, el texto descriptivo de la ejecución de una armadura de par e hilar que Fray Andrés de San Miguel escribió allá por 1630. La dificultad que puede ofrecer el castellano antiguo viene suplida por la fuerza expresiva de los dibujos.

> Cuando la sala o templo que con armadura se cubre sea tan larga que convenga echarle tirantes, Se conpone el arrocave desta manera: sobre los nudillos que se enveven en la pared, se enrrasa...

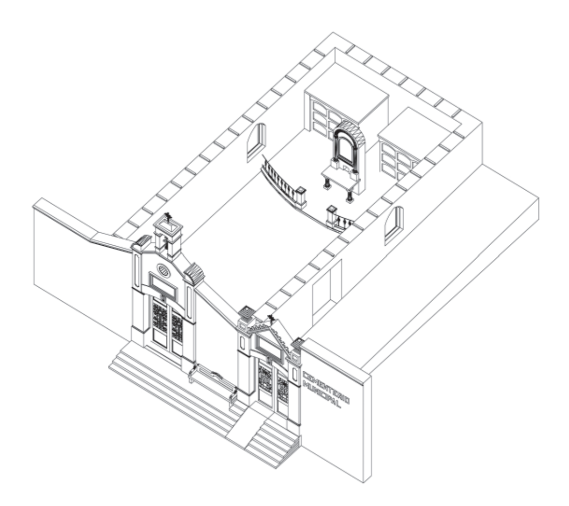


Figura 10
Axonometría paso 2 (Sánchez, 2014)

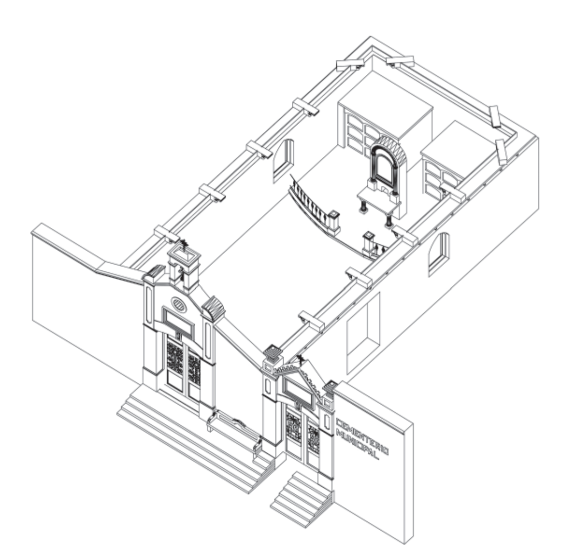


Figura 11
Axonometría paso 5 (Sánchez, 2014)

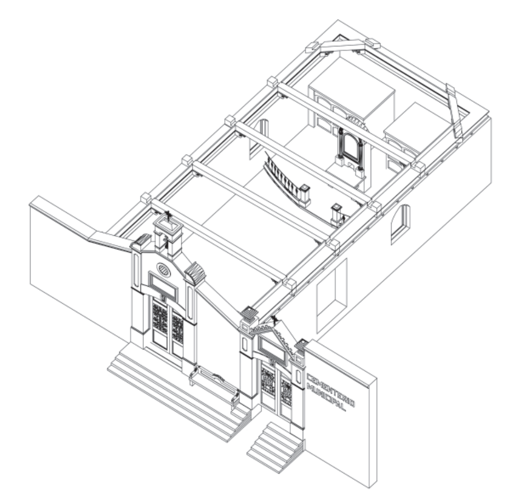


Figura 12
Axonometría paso 8 (Sánchez, 2014)

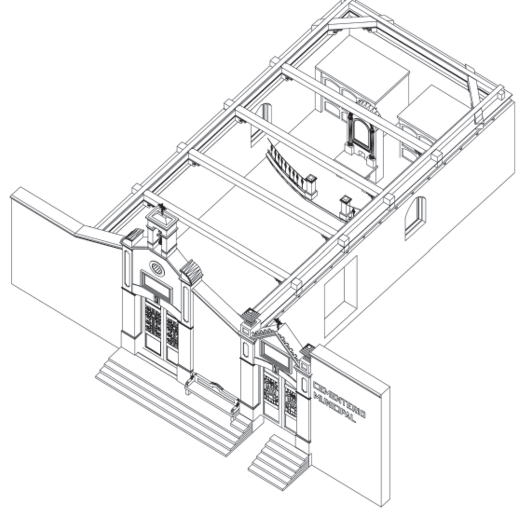


Figura 13
Axonometría paso 9 (Sánchez, 2014)

...Se asienta la solera, con las molduras más convenientes. Y sobre la solera se echan los canes. Y entre can y can se echan unas tablas limpias, en forma de tabicas que llaman aliceres, engargoladas en los mismos canes con algun acuesto,...
...y sobre los canes o alizeres se echa una moldura pequeña que ate toda la obra. Y sobre el can se bea esta moldura, en una tabla que lo llena todo por encima. Esta parte sirve de arquitrabe, sobre los canes se asientan los tirantes, y en ellos sus alizeres, que hazen el friso con otra moldura pequeña que los guarnece por encima, semejante a la que se echo sobre los canes...
...sobre las tirantes se hecha el estribo en que empatilla la armadura,...
...esta y la zanca de dos cuerdas que se dexa en los pares hasta el almarbate, cubre la cornissa, que se echa en esta parte muy cumplida. Toda esta obra se ata a la redonda.

Conclusiones

Se ha podido constatar cómo en el siglo XIX existían numerosos ejemplos de estas armaduras de cubierta, que la mano del hombre se encargó de destruir de forma sistemática. Se puede concluir que este edificio, la ermita de San Bartolomé, se ha salvado de la demolición por fortuna: solo la carencia de medios ha permitido su preservación. La construcción de la fachada de ladrillo y la disposición de un cielo raso y de ventanas neogóticas, pretendió enmascarar una construcción de tierra, yeso y madera que se juzgaba como obsoleta, inconveniente y antiestética. Acaso su aspecto moderno la salvó de una casi segura demolición.

La puesta en valor de su techumbre requiere no solamente su restauración, sino que de nuevo pueda ser contemplada en su totalidad, de modo que las piezas del ochavo puedan de nuevo apreciarse. Para ello, se ha sugerido la eliminación de al menos la fila de nichos superior, vacía, tal como muestra la figura adjunta.

La necesaria restauración y puesta en valor de la ermita de San Bartolomé requiere la concienciación de los poderes públicos, que deben orientar sus políticas a la conservación del patrimonio cultural y en especial hacia aquellos elementos más valiosos, como los ejemplos de la carpintería de lo blanco. La consideración de la madera como material popular, pobre y no duradero viene desautorizada por la resistencia incólume de una techumbre cuyo comportamiento en el tiempo ha sido inmejorable ante un escaso mantenimiento. Finalmente, la desaparición inmisericorde de los ejemplos construidos de esta técnica no solamente supone el olvido de nuestras raíces y tradiciones constructivas, sino también la de los potentes lazos culturales que nos ligan a la cultura de la carpintería de armar desarrollada en tierras americanas.

Figura 14
Axonometría paso 10 (Sánchez, 2014)

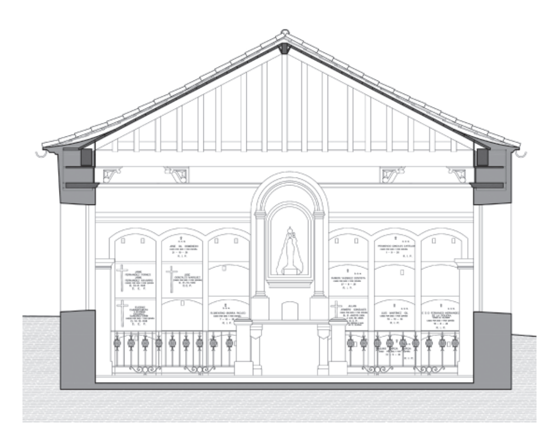


Figura 15
Sección de la ermita, con la última fila de los nichos vacíos eliminada, que permitiría recuperar la percepción original de la techumbre (Cortés et al. 2014)

Notas

1. Idea de la opinión que de las techumbres mudéjares tenían los ilustrados, puede establecerse de la lectura de la Carta circular que en 23 de Noviembre de 1777 escribió de su Real orden el Excelentísimo Señor Conde de Floridablanca, primer Secretario del Despacho Universal de Estado, a todos los Ilustrísimos Señores Arzobispos, y Obispos del Reyno (también remitida a los Prelados de las Ordenes Regulares y Militares).
2. Los trabajos dirigidos por el arquitecto Francisco Jurado recuperaron el aspecto interior a la ermita, que había sido ocultada con bóvedas y pilastras a finales del siglo XIX. El encargo fue fruto de los daños y desplomes que se produjeron en un muro lateral tras una sustitución indiscriminada de pares de madera por viguetas de cemento.
3. Sirva esta nota como agradecimiento a quien tanto ha trabajado en defensa y salvaguarda del patrimonio requenense, y en especial de los elementos considerados menos nobles por la barbarie, como el yeso o la madera.
4. Cada cartabón proporciona, aparte del ángulo recto, dos diferentes, por lo que el juego de tres cartabones permite disponer de seis ángulos distintos, además del de 90 grados. Ver Nuere (2001).
5. Documento facilitado por D. Fermín Pardo Pardo. Archivo Municipal de Requena. Signtura 3.266, Actas 696-1705.
6. Fundación Joaquín Díez. http://www.funjdiaz.net/folklore/07ficha.php?ID=3553 (Visualizado el 14/06/2015).

Lista de referencias

Aravaca Torrent, A. 1867. *Balanza métrica, o sea, igualdad de las pesas y medidas legales de Castilla, las de cuarenta y nueve provincias de España, sus posesiones de ultramar isla de Cuba, Puerto-Rico y Filipinas, y las de Francia, Inglaterra y Portugal*. Valencia: Imprenta de José Domenech.

Álvarez, R. 1609. *Breve conpendio de la carpinteria Y trado de lo Blanco, con algunas cosas tocantes A la jeometria, y Punta del Conpas*.

Angulo Iñiguez, D. 1973. «Estructuras de cubierta islámicas llegadas a América a través de España: las armaduras con lacería morisca». *Actas XXIII, C.I.H.A.*, Granada.

Bernabéu López, R. 1983. *Historia crítica y documentada de Requena*. Requena: Diputación Provincial de Valencia y Ayuntamiento de Requena.

Candelas Gutiérrez, A.L. e I. Ariza López, 2005. «Funcionamiento estructural de las armaduras de par y nudillo. Metodología de análisis». *AAVV, Actas del Cuarto Congreso Nacional de Historia de la Construcción.* Madrid.

Díaz de Martínez. 1860. *Memoria sobre las visitas de las ermitas enclavadas en el término de la ciudad de Requena*. Inédito, manuscrito depositado en el Archivo Diocesano de Cuenca.

Domínguez de la Coba, P. [1730] 2008. *Antigüedad y cosas memorables de la Villa de Requena, escritas y corregidas por un vezino apasionado y amante de ella* Editado por Jordá Sánchez, C. y Pérez García, J.C. Requena: Ayuntamiento de Requena y Centro de estudios Requenenses.

Herrero Moral, E. [1890] 1990. *Historia de Requena*. Requena: Edición facsímil del Centro de Estudios Requenenses.

Jesús María Romero, J. A. 1985. «La iglesia y portada de Santa María de la Asunción de Requena». *Oleana* nº1, Cuadernos de Cultura Comarcal. Requena: Centro de Estudios Requenenses.

Lafuente Niño, I. 1983. «Iglesia del Salvador». *Catálogo de Monumentos y conjuntos de la Comunidad Valenciana*. Valencia: Conselleria de Cultura, Educación y Ciencia.

Mathurin, J. 1702. *L'art de charpenterie de Mathurin Jousse / , corrigé et augmenté... de ce qu'il y a de plus curieux dans cet art, et des machines les plus nécessaires à un charpentier.* Paris: Thomas Moette.

Nuere Matauco, E. 1990. *La Carpintería de Lazo: Lectura dibujada del manuscrito de Fray Andrés de San Miguel.* Málaga: Colegio Oficial de Arquitectos de Andalucía Oriental Delegación de Málaga.

Nuere Matauco, E. 2001. *Nuevo tratado de la carpintería de lo blanco, y la verdadera historia de Enrique Garavato, carpintero de lo blanco y maestro del oficio*. Madrid: Ediciones Munilla-Lería.

Pardo Pardo, F. y S. Cebolla Marrades. 1996. *Origen de las parroquias centenarias de las aldeas de Requena*. Requena: Ayuntamiento de Requena, Centro de Estudios Requenenses y Junta de Cofradías de Requena.

Toussaint, M. 1945 «Fray Andrés de San Miguel, arquitecto de la Nueva España». *Anales del instituto de investigaciones estéticas, Vol. IV, número 13*. Universidad Nacional Autónoma de México.

Las torres de la catedral de México. La obra de José Damián Ortiz de Castro

Xavier Cortés Rocha

Al final del siglo XVIII coincidiendo con la implantación de las reformas borbónicas y con la llegada de las reales cédulas que ordenaban la instauración de la Academia de las tres nobles artes de la Nueva España, la catedral de México, la obra de arquitectura religiosa más importante del reino, iniciada más de dos siglos antes, se encontraba inconclusa; las tres portadas de la fachada sur, la del Perdón y las de las naves procesionales habían sido construidas con toda corrección hasta los segundos cuerpos pero carecían de remates superiores; para desplantar los campanarios se habían construido potentes cubos de planta rectangular, pero solo se había edificado el primer cuerpo del campanario de la torre oriente, construido desde el siglo XVII, con un diseño discreto y tradicionalista.

Si bien el interior del monumento podía considerarse concluido, habiendo sido dotado de notables obras de arte: el coro con su tribuna, con su magnífica sillería y su reja fabricada en oriente, los dos órganos monumentales y espléndidos retablos barrocos; el exterior del monumento mostraba una imagen de descuido y pesantez. Resultaba imperativo dar fin al conjunto con la mayor dignidad y en la línea del «nuevo arte»; eso es lo que se hizo durante los siguientes 27 años.

En el proceso fue definitiva la intervención de la poderosa familia de los Gálvez, del visitador José de Gálvez, de su hermano Matías, el virrey y de su sobrino, también virrey, Bernardo de Gálvez, de brillante trayectoria militar en Norteamérica. La catedral inconclusa no estaba en consonancia con lo que se deseaba para la capital de la más rica e importante provincia de la Corona. Unos meses antes de la inesperada muerte del último virrey, acaecida en noviembre de 1786 se lanzó la convocatoria para el concurso de proyectos con el fin de terminarla.

El concurso

En 1786 el cabildo catedralicio convocó a un concurso de propuestas para la terminación de la fachada del edificio y de las torres. Toussaint informa de propuestas de tres arquitectos, cuyos planos se conservan en distintos repositorios, la primera, la que ganó, de José Ortiz, la segunda de don José Joaquín García de Torres, y la tercera de Isidoro Vicente de Balbás. Se tiene noticia de una propuesta más del ingeniero Miguel Constanzó, reseñada por Heinrich Berlín, pero ésta no se conoce.[1]

El proyecto de Balbás mostraba tendencia al barroco y adolecía de serios errores de proporción; presentó dos soluciones diferentes para elegir, tanto para la fachada como para las torres. La propuesta para la torre oriente tiene el segundo cuerpo octagonal sobre un banco, con el remate clareado. Para la torre poniente propone segundo cuerpo menos pesado, de planta cuadrada o rectangular con un gran vano en cada cara y remate en tabernáculo. Pierde la escala al agregar volutas exageradamente grandes a los lados de la portada principal y ángeles gigantescos sobre el remate.[2] Por otra parte, el proyecto de García de To-

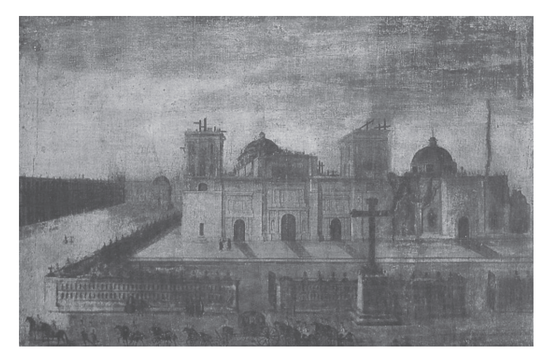


Figura 1
Anónimo. Visita del Virrey a las obras de Catedral en la segunda mitad del siglo XVIII. Museo Franz Mayer. Tomado de *José Damián Ortíz de Castro, Maestro mayor de la Catedral de México, 1787-1793*. p.19

rres, el más mesurado, aunque mediocre a juicio de Toussaint, es el menos imaginativo para las torres.[3]

La propuesta de Ortiz de Castro es la única que muestra una clara comprensión del problema, completa la fachada sin desfigurarla, respetando el primer cuerpo existente y la remata de manera sobria y conveniente con un frontón curvo en la portada central. Para las torres propone un segundo cuerpo que inscribe en planta una sección octagonal en una rectangular y remata con campanas de planta ovalada que denotan un dominio de la geometría y un conocimiento cabal de la ornamentación en boga.



Figura 2
Proyecto presentado para concurso por José Damián Ortíz de Castro. Tomado de *José Damián Ortíz de Castro, Maestro mayor de la Catedral de México*, 1787-1783. p.116

El jurado que estuvo compuesto por Gerónimo Antonio Gil y Antonio González Velásquez, a la sazón director general el primero y el segundo director de arquitectura de la Academia, no tuvo gran dificultad para declarar ganador a Ortiz, cercano a la institución y conocedor de las orientaciones que tomaba la creación artística, quien construyó los campanarios siguiendo su proyecto «más en consonancia con el nuevo estilo».[4]

¿Quién era José Damián Ortiz de Castro?

Joseph Damián Ortiz de Castro nació en Coatepec, población cercana a Jalapa, Veracruz, el 28 de septiembre de 1750. Fue formado profesionalmente como arquitecto según la antigua tradición del gremio, debido al tiempo de su nacimiento y de su ingreso a la profesión, anteriores a la fundación de la Academia de San Carlos; había adquirido amplios conocimientos artísticos y tecnológicos a lo largo de su carrera. A partir de 1772 trabajó con el ingeniero militar Miguel Constanzó en las obras de la casa de Moneda y en la fábrica de pólvora de Santa Fe y se declaró discípulo al menos de otros tres arquitectos.[5]

En 1781 obtuvo el cargo de maestro mayor de la Nowbilísima Ciudad. Después lo sería de las obras de la Santa Iglesia Catedral. En 1788 solicitó ser admitido como Académico de Mérito de la Academia, presentando para ello el proyecto que ejecutó para la transformación de la catedral de Tulancingo, parroquia entonces y antes convento franciscano, proyecto que fue juzgado «de adecuadas proporciones y juiciosa composición»,[6] a causa de lo cual fue admitido por unanimidad en la corporación.[7]

Desde 1782, en que iniciaron los cursos en la que sería la Academia de San Carlos de la Nueva España, Ortiz se incorporó como profesor adjunto del ingeniero Constanzó en la cátedra de geometría y arquitectura, en la que se hacía cargo de *demostrar las lecciones de geometría* y donde seguiría hasta su muerte, acaecida en Tacubaya, villa en las afueras de la ciudad de México el 6 de mayo de 1793, a dos años de haber terminado la obra de las torres de la catedral y a los cuarenta y dos y medio de edad.

La oferta

En febrero de 1787 los comisionados para la obra presentaron el diseño elaborado por el maestro D. Joseph Ortiz y la valuación de sus costos «relativa a cada una de las principales partes que se han de perfeccionar y concluir».[8] Para ello Ortiz, junto con José Castera y José Delgadillo realizaron el avalúo, o sea el presupuesto o estimación del costo de las obras, el documento se conserva en el archivo catedralicio.[9] Ortiz y Castera constituían entonces la cúspide de la profesión, el primero, director de la obra y maestro mayor de la Catedral y el segundo, maestro mayor y veedor de la Nobilísima Ciudad y el Real Desagüe. El avalúo se divide por cuerpos y en cada uno se incluyen los materiales y trabajos de cantería, así como el material para refuerzos. Los trabajos en la torre poniente incluían el retiro y la reconstrucción de la cantería dañada por el *tequesquite*, o sea las sales destructivas. El costo sería de 45 mil pesos por el primer cuerpo de la torre nueva; 24 mil cada uno de los segundos cuerpos, más ligeros y por tanto menos costosos y los remates 9.374 pesos 2 reales 8 tomines cada uno, la precisión da cuenta del cuidadoso análisis y cuantificación que fueron realizados; el total se estimó en 133.748 pesos 5 reales 4 tomines. Trabajos adicionales fueron causa de que el costo real se elevara a 191.313 pesos, 1 real y 1 tomín.

En los años 1786 y 1787 se aprobaron los planos.[10] Adicionalmente se realizaron proyectos para las diferentes fachadas, costados, atrio y rejas, según consta en documento del Archivo General de la Nación, junto con alegatos en pro y en contra del proyecto, el que finalmente se aceptó y se ejecutó.[11]

En enero de 1787 se comenzaron las torres, la del oriente se terminó el 16 de marzo de 1791 y la del poniente en abril del mismo año.[12]

La solución geométrica

Las bases o cubos que sostienen las torres se construyeron sobre planta rectangular, más largos en sentido norte-sur, que en el otro sentido, para el momento que reseñamos el cubo del poniente acusaba sentimiento, lo que significa que estaba dañado, a causa del hundimiento diferencial, además de tener un desplomo apreciable. Los primeros cuerpos son de orden dórico, con pilastras cuadradas.

La solución que propuso Ortiz para los segundos cuerpos es una solución mixta, en las esquinas suben pilares de sección compuesta con semi-pilastras cuadradas que continúan las de los primeros cuerpos, en el interior de esos cuerpos rectangulares se forma otro elemento, con paños de planta ochavada alargada, que sostienen los remates, o sea una estructura dentro de otra. En esos segundos cuerpos los vanos para las campanas que son paralelos a las fachadas son dobles, uno sobre otro, los de abajo se cierran con arcos rebajados y los de arriba en platabanda. Las pilastras tienen capiteles jónicos, como corresponde a un segundo cuerpo; cada capitel con cuatro volutas volteadas a 45º y astrágalos bajos, solución que Joaquín Lorda ubica en el llamado Jónico Moderno.[13]

Los remates o terceros cuerpos, se resuelven en forma de campana sobre planta oval; se desplantan sobre tramos cilíndricos poco peraltados, en seguimiento de la planta oval generadora; esas secciones tienen por

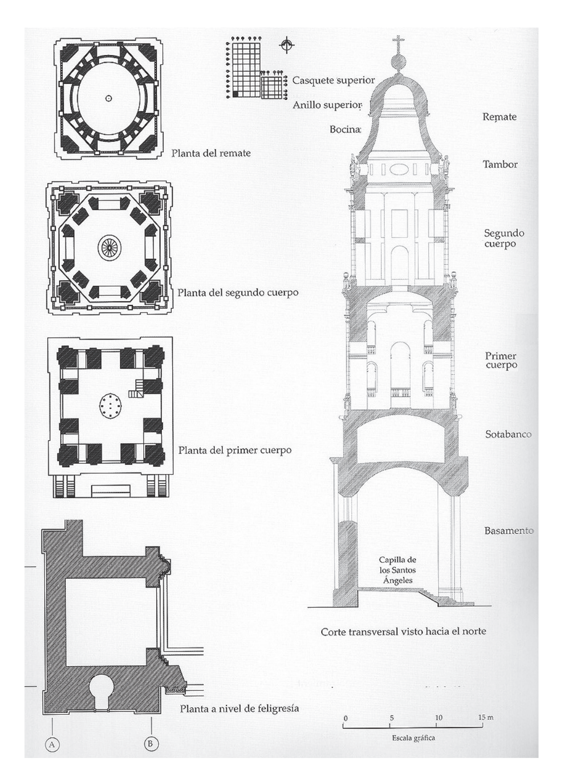


Figura 3
Plantas y cortes de la Torre Poniente. Plano realizado por Agustín Hernández

función elevar la base de las campanas y dejar que se vean completas, al tiempo el borde proyecta una línea de sombra. Las bases cilíndricas están perforadas por ventanas de forma elíptica, con el eje mayor horizontal.

Los mantos de las campanas están constituidos por superficies anticlásticas hiperbólicas de directriz elíptica y están rematados por cupulines sinclásticos que son hemi-elipsoides de revolución. Campanas oblongas dirían los viejos maestros. Están sobre-rematadas por orbes o esferas huecas de cantera y cruces monolíticas del mismo material. En el interior de los cuerpos altos se construyeron escaleras helicoidales de madera, de planta elíptica, sostenidas por postes perimetrales que son en sí mismas obras maestras de diseño y ejecución.

Las campanas de cantera del remate tienen nervaduras exteriores que sirven para reforzar la fábrica y que aligeran la imagen; las nervaduras bajan y a la altura del tambor se convierten en ménsulas invertidas; una escocia hace cintura y marca la separación de las superficies convexas respecto de las cóncavas, y sobre ese elemento las campanas llevan como adorno óvalos que sostienen festones de gusto francés. La parte superior está rematada en cada caso por una peana, un orbe, de dos varas menos una sesma de diámetro (1,53 m), con orbe y cruz de la misma cantera chiluca.

Existen muchos ejemplos de torres de campanario en los que se han utilizado remates en forma de campana, entre ellas Santa Inés, de Borromini en la Plaza Navona de Roma, la Catedral de San Pablo en Londres y entre ejemplos más familiares, los campanarios de la catedral de Pamplona, de Ventura Rodríguez y en México la iglesias de San Miguel Chalma, San Martín Ocoyoacac y de San José de Morelia, entre varias. Francisco de la Maza cuenta más de veinte en México, sin embargo, en ninguno de los ejemplos mencionados tienen los remates una presencia tan importante en el conjunto y un desarrollo de proyecto como el que tienen los de la catedral de México.

El conjunto resultó al mismo tiempo ligero y sismo-resistente. Además de su indudable valor estético y del dominio que muestra de la geometría y de la estereotomía, la propuesta resultó ser un alarde de constructividad.

Sistema constructivo: cantera, madera y hierro

Para llevar a cabo la obra de manera exitosa, el arquitecto hubo de desarrollar soluciones constructivas que han asegurado su comportamiento ante los sismos, de los que ha soportado muchos y muy fuertes a lo largo de más de dos siglos.

La intervención llevada a cabo recientemente permitió conocer al detalle el sistema constructivo de los remates, en los que se usaron dos tipos de piedra: tezontle que es una piedra volcánica porosa y muy ligera y cantera chiluca, bella y muy resistente, así como la existencia de elementos interiores de refuerzo construidos de madera y de acero, combinados de manera inteligente e innovadora, lo que ha despertado el interés sobre la obra y su autor.

Los casquetes que rematan las grandes campanas están construidos en dos capas, la interior con piedra tezontle, piedra volcánica muy porosa y ligera, pero cortada rigurosamente en *bolsores*, o sea dovelas, enlucidos por el interior. La capa externa son piezas delgadas, llamadas *escalones*, de cantera chiluca, más compacta y resistente, cortadas con perfecta estereotomía, a pesar del grado de dificultad que implicaron.



Figura 4
Remate de las torres de Catedral. Archivo del Instituto de Investigaciones Estéticas, UNAM

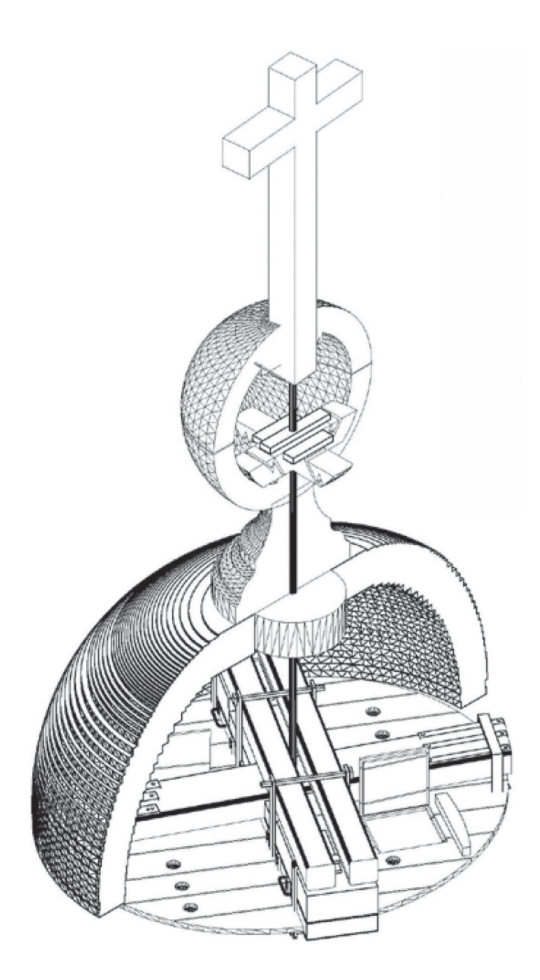


Figura 5
Sección del remate de las cúpulas de las torres en *José Damián Ortíz de Castro*. p.149

En el arranque de las cúpulas que cierran los remates, se construyeron diafragmas, conformados por tablados de madera con pequeños huecos, a manera de escotillas o registros para acceder a la parte superior. Dos grandes gualdras de cedro blanco, dispuestas horizontalmente en cruz, ancladas en sus extremos en perforaciones practicadas en la campana de mampostería, sirven de elemento de anclaje a los grandes pernos de fierro que, a manera de tirantes preesforzados aseguran desde abajo las peanas y los orbes. Los orbes, a su vez, están troquelados por gualdras cruzadas que son la guía superior de los pernos, sobre las que se sostienen las cruces que penetran en las esferas y se sostienen sobre columpios constituidos por bandas diagonales de fierro, atornilladas a la parte superior de las esferas con grandes tuercas del mismo metal. El complejo sistema aseguró la estabilidad del conjunto hasta su rehabilitación 220 años después de su construcción.

Profundo conocimiento del diseño y la tecnología

La competencia profesional de Ortiz de Castro se manifiesta de diversas maneras, la primera es su dominio de la geometría, de la que hizo gala en el proyecto, particularmente en el diseño de los remates. La segunda, su amplio conocimiento de la estereotomía, que le permitió solucionar las piezas necesarias para formar las superficies de doble curvatura. Su dominio de la mecánica, que utilizó en el diseño de los refuerzos necesarios para mantener unidas las partes superiores de los remates y éstas con las esferas y las cruces, que permanecieron en su lugar durante más de doscientos años sin ser intervenidas. Mostró su conocimiento del trabajo propio de cada material, la cantera trabajando a compresión, los tímpanos y vigas de madera trabajando a tracción y a flexión y, finalmente el fierro, en los tensores internos, en el zunchado de los pilares externos y en la suspensión de la campana mayor que trabaja a tracción.



Figura 6
Detalle de empotre de vigas de madera en remate de las torres. (Xavier Cortés Rocha 2008)

Un innovador

Ortiz de Castro fue un innovador en materia de construcción, al promover el uso de materiales nuevos, como el fierro y el yeso, pero además, como Brunelleschi, montó un taller en las alturas y diseñó máquinas para apoyar las maniobras; se conserva como ejemplo el dibujo del carro que inventó para transportar pesos pesados,[14] en carros como ese se transportaron los grandes monolitos prehispánicos encontrados durante las obras de nivelación de la plaza mayor y las campanas, mismo que fue utilizado para transportar, desde Tacubaya, lugar de la fundición, hasta el pie de la torre poniente la campana Santa María de Guadalupe, de 280 quintales de peso, unas 13 toneladas. Para el izado de los materiales primero y de las campanas y las esculturas de remate después, armó una máquina compuesta por 27 garruchas que permitió realizar la maniobra con aplomo y seguridad.[15] El mecanismo era movido gracias a la marcha de hombres en el interior de grandes ruedas. Con orgullo afirmó: «las torres se fabricaron sin que uno solo sacrificara su vida».

La inauguración y el tesoro encontrado en la caja del tiempo

La ejecución de las torres se concluyó durante el gobierno del segundo conde de Revillagigedo; un virrey que hizo más que ningún otro para el mejoramiento de la cosa pública en la ciudad de México y que se empeñó en hacer de la conclusión todo un acontecimiento.

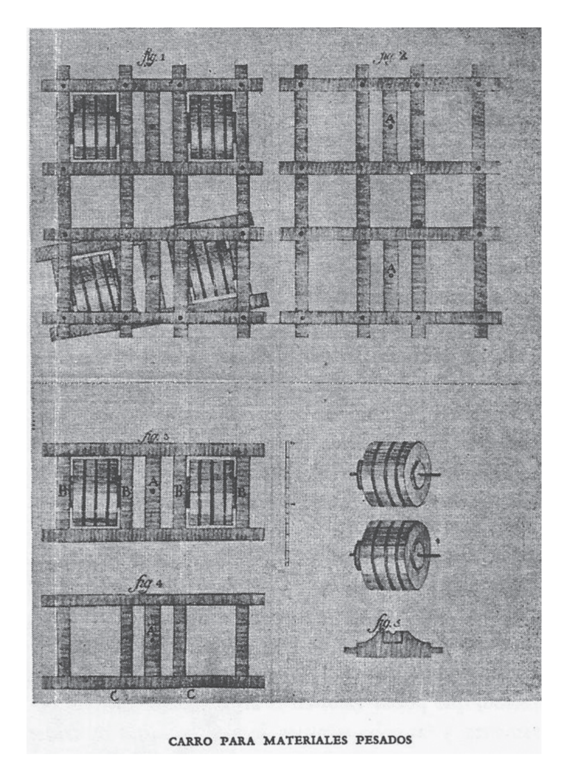


Figura 7
Carro para materiales pesados. En Manuel Toussaint. *La Catedral de México.* p.65

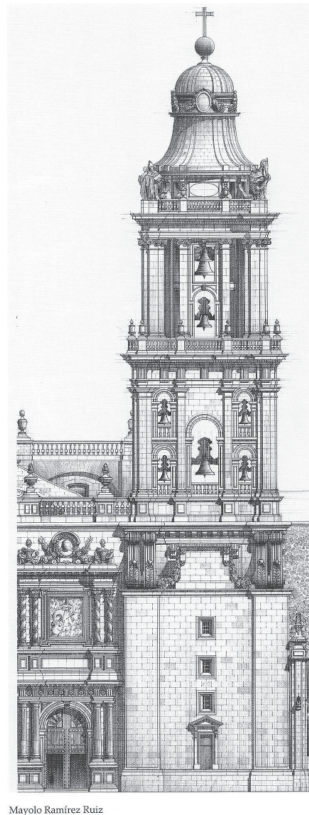
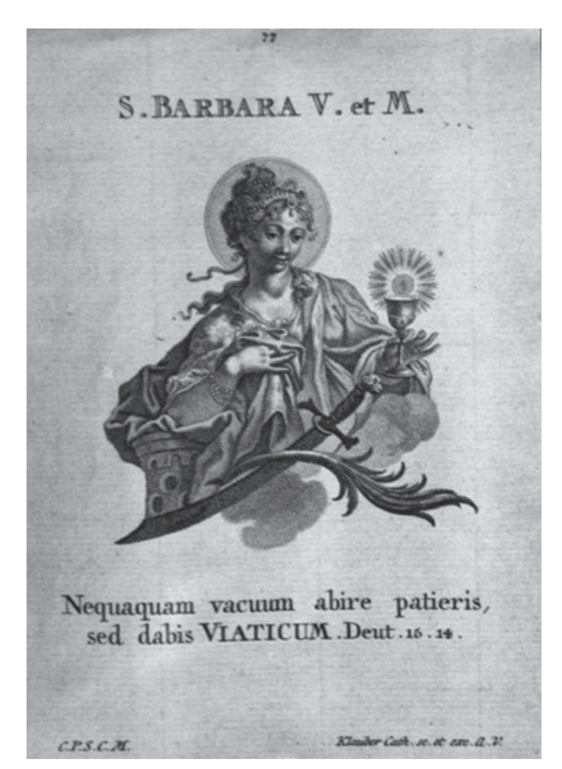


Figura 8
Torre Oriente de Catedral. Mayolo Ramírez Ruíz. 2014. Fragmento

En los documentos que describen la historia de la Catedral se registró la existencia de cajas *de madera forradas con plomo* en ambas torres. Durante los trabajos de restauración en la torre oriente, al retirar el hemisferio superior se encontró, en el fondo de la esfera, entre las astillas de las gualdras, la pequeña caja, no de madera sino de plomo, con el contenido que reseñaban las crónicas: un testimonio en pergamino de la terminación de la torre, un relicario, una cera de Agnus, estampas impresas con imágenes de la Virgen de Guadalupe, San Miguel y Santa Bárbara, protectora contra los rayos, oraciones, cruces de palma, medallas religiosas de metal sobredorado, monedas de plata de cuño corriente de diversas denominaciones con la efigie de Carlos III de la casa de moneda de México y una valiosísima colección de medallas conmemorativas de la elevación al trono de Carlos IV y María Luisa, acuñadas en las diferentes casas de moneda de la Nueva España, de extraordinaria calidad, ostentando varias de ellas la firma del escultor Gerónimo Antonio Gil, grabador mayor de la Casa de Moneda de México.[16] Está pendiente el acondicionamiento de un local en los anexos de la Catedral para exhibir dignamente ese tesoro.

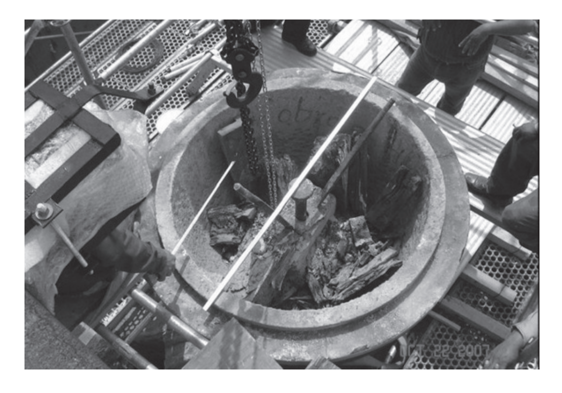
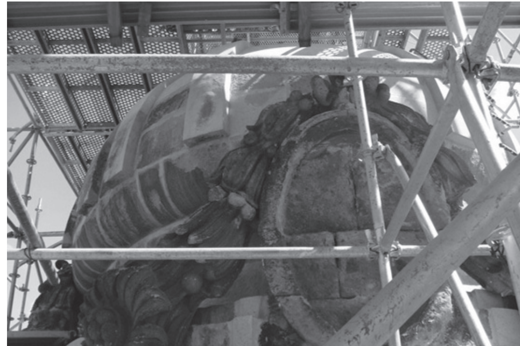








Figuras 9, 10, 11 y 12
Objetos y caja de plomo de 1791 encontrados en el remate de la torre oriente. (Conaculta, 2008)

Figuras 13 y 14
Distintas etapas del proceso de restauración de la torre oriente de la Catedral de México. (Xavier Cortés Rocha 2008)

El epílogo

A la muerte de José Ortiz las torres estaban terminadas, faltando solamente las esculturas que coronan la parte alta del segundo cuerpo; Francisco Ortiz hermano de José se hizo cargo de las obras por un breve periodo pero fue sustituido por Manuel Tolsá, el brillante director de escultura de la Academia, que fue el último arquitecto a cargo de las obras de la catedral durante el virreinato y quien a sus tareas de escultor sumó las de arquitecto para dar culminación al edificio en 1813 en que se declararon concluidas las obras.

Proceso de conservación

Durante más de dos siglos las torres tuvieron algunas acciones en las que se añadieron algunos refuerzos de acero. Sin embargo se mantuvieron estables sin mayores problemas visibles, salvo los procesos de exfoliación de la cantera en las partes más expuestas.

Doscientos años después de iniciadas las torres se inició una campaña de conservación, en vista del ostensible deterioro de la cantera de los remates. Los trabajos tuvieron como fundamento una investigación a fondo, no solo de los elementos que estaban a la vista, sino que también hubo que echar mano de técnicas derivadas de otras ciencias para conocer el interior de los remates, ocultos los de las campanas de cantera por los diafragmas de madera que no dejaban ver el sistema de refuerzo interno y los de los orbes o esferas, porque la forma misma de los elementos impedía ver su interior. Los científicos del Instituto de Ingeniería de la UNAM, dirigidos por el Dr. Roberto Meli y el Ing. Roberto Sánchez, emplea-

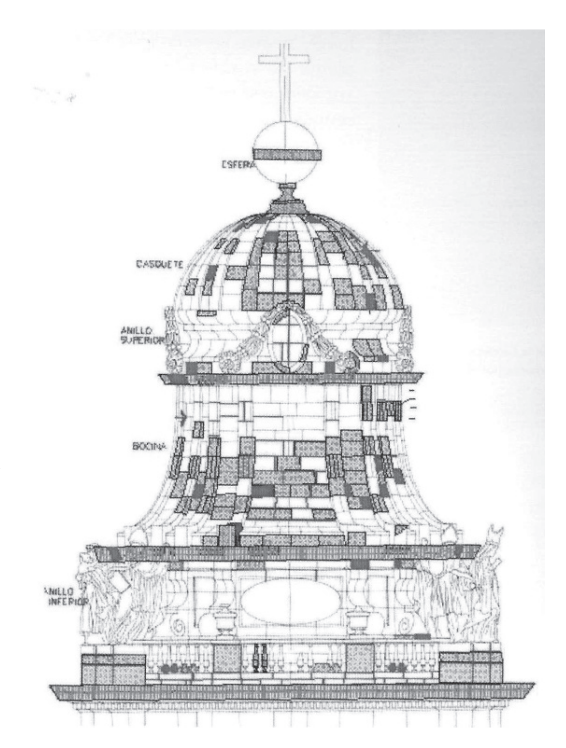


Figura 15
Levantamiento de deterioros registrando las afectaciones en los elementos de cantera. *José Damián Ortíz de Castro*. p.160

ron la técnica de la endoscopía, introduciendo por perforaciones la punta del endoscopio con su reflector y su cámara, en el extremo del cable guía. Eso permitió ir desmontando los elementos de los sistemas de refuerzo, muy deteriorados, particularmente las pesadas gualdras de madera y reponerlos paso por paso con elementos de las mismas características y material.

Un alto porcentaje de las piezas de cantera del recubrimiento de los remates mostraba una fuerte exfoliación. Para poder llevar a cabo el reconocimiento y posteriormente la sustitución de las piezas en mal estado, se construyó una plataforma a más de 60 metros de altura. Los remates fueron sujetos a un levantamiento de precisión y las piezas que hubieron de cambiarse se sustituyeron por otras de la misma cantera con un trazo geométrico riguroso. El hecho de que cada pieza fuera diferente de las demás introdujo un elemento adicional de dificultad, como el que enfrentó Ortiz en el siglo XVIII con menos armas, sin embargo se retiraron cuidadosamente las piezas dañadas y se colocaron las nuevas, contrastando con el gris de las originales, patinadas por los siglos.[17]

Notas

1. Heinrich Berlin, citado en Omar Moncada, *El Ingeniero Miguel Constanzó, Un militar Ilustrado en la Nueva España del siglo XVIII*, México, Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. 1994 p.245.
2. Isidoro Vicente de Balbás, citado en: Elizabeth Fuentes Rojas, *La Academia de San Carlos y los Constructores del Neoclásico*, México, Escuela Nacional de Artes Plásticas, UNAM. s/f, pp. 90-91.
3. Toussaint, Manuel, *Arte Colonial en México*, México, Universidad Nacional Autónoma de México. 1962, pp.62-63.
4. Elisa García Barragán, «La Nueva España en la segunda mitad del siglo XVIII, Momento de constructores de luminosidades» en Xavier Cortés Rocha (coord.), *José Damián Ortiz de Castro, Maestro Mayor de la Catedral de México, 1787-1793.* México, CONACULTA-UNAM, 2008, p.31.
5. Guillermo Tovar de Teresa, *Repertorio de Artistas en México.* México, Grupo Financiero Bancomer. 1995, p.109.
6. Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, Doc. 264 en Justino Fernández, *Guía del Archivo de la Antigua Academia de San Carlos 1781-1800.* Suplemento 3 del núm. 37 de los Anales del IIE, México, UNAM, 1968.
7. Omar Moncada, *op.cit.* p.275.
8. Elisa García Barragán, *op.cit.* p.31.
9. Manuel Toussaint, *La Catedral de México y el Sagrario Metropolitano: su historia, su tesoro, su arte.* México, Editorial Porrúa, 1948, p.65.
10. AGN, Instituciones Coloniales/Ayuntamiento/Obras Públicas/(007) Volumen 34, fojas 100-132 y 134-179.
11. Idem.
12. Elisa García Barragán, *op.cit.* p.31.
13. Joaquín Lorda ubica esta solución como parte del *Jónico Moderno,* señalando como referencia a Scamozzi y como antecedente a Juvarra. Joaquín Lorda, «El ciprés de Puebla de Tolsá», en Monserrat Galli (coord.), *El mundo de las catedrales novohispanas.* Puebla, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, 2002, pp. 146-149.
14. Manuel Toussaint, *Op.cit*, p.65.
15. *Ibid*, p.336.
16. Xavier Cortés Rocha, 2008, p. 164.
17. Fondos Documentales (Siglas):

AASC	Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, México
ACM	Archivo de la Catedral de México, Cuentas de la fachada y torres.
AHCM	Archivo Histórico de la Ciudad de México
AGI	Archivo General de Indias, Sevilla
AGN	Archivo General de la Nación, México

Lista de Referencias

Cortés Rocha, Xavier (coordinador). 2008. *José Damián Ortiz de Castro*. México: Consejo Nacional para la Cultura y las Artes y Universidad Nacional Autónoma de México.

Fernández, Justino. 1968. *Guía del Archivo de la Antigua Academia de San Carlos 1781-1800*, suplemento 3 del núm. 37 de los Anales del Instituto de Investigaciones Estéticas, México: UNAM,

Fuentes Rojas, Elizabeth. s/f. *La Academia de San Carlos y los Constructores del Neoclásico*, Primer Catálogo de Dibujo Arquitectónico, 1779-1843. México: Escuela Nacional de Artes Plásticas, Universidad Nacional Autónoma de México.

Gali Boadella, Monserrat (coordinadora). 2002. *El mundo de las catedrales novohispanas.* Puebla, México: Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Katzman, Israel. 1973. *Arquitectura del siglo XIX en México*, T1. México: Centro de Investigaciones Arquitectónicas, UNAM.

Katzman, Israel. 2002. *Arquitectura Religiosa en México, 1780-1830*, México: Universidad Nacional Autónoma de México y Fondo de Cultura Económica.

Lorda, Joaquín. 2002. «El ciprés de Puebla de Tolsá», en Monserrat Gali, *El mundo de las catedrales novohispanas*.

Moncada Maya, José Omar. 1994. *El Ingeniero Miguel Constanzó, Un militar Ilustrado en la Nueva España del siglo XVIII*, México: Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México.

Tovar de Teresa, Guillermo. 1995. *Repertorio de Artistas en México.* México: Grupo Financiero Bancomer.

Toussaint, Manuel. 1962. *Arte Colonial en México,* México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Toussaint, Manuel. 1948. *La Catedral de México,* México: Editorial Porrúa, S.A.

VVAA. 2014. *La Catedral de México*, Fundación BBVA Bancomer.

El acueducto de Segovia en el siglo XIX y principios del XX. Obra pública y monumento histórico

Daniel Crespo Delgado

En el siglo XIX, el acueducto de Segovia vivió una nueva situación. Desde su construcción resulta indudable su función práctica pero también su carácter emblemático. Con sus lógicos cambios y matices, ambas realidades acompañaron a esta edificación a lo largo de su milenaria historia. Durante la Edad Media y la Moderna, el acueducto fue un insustituible canal de abastecimiento de agua y motor de industrias y talleres, se convirtió en una de las principales arterias de la ciudad, comunicándola con el campo y vertebrando sus espacios; pero también desde fechas tempranas fue símbolo de Segovia y campeó en sus sellos concejiles y en su escudo. En las *Cantigas* de Alfonso X el Sabio ya apareció como signo identificador de la ciudad en la ilustración del milagro de la judía de Segovia.

Sin embargo, en el siglo XIX ambos valores, tanto su utilidad como su significado, se redefinieron. Por un lado, hubo una mayor exigencia en cuanto el abastecimiento de agua; por otro, emergió un renovado contexto patrimonial. El acueducto debía seguir cumpliendo una función práctica, aunque ahora las necesidades eran mayores a las del pasado y difícilmente las podía satisfacer con su uso tradicional; pero de igual modo se consideró un monumento en una época en la que irrumpió la moderna definición de patrimonio. De hecho, el 20 de octubre de 1884, no sin generar una agria polémica, se declaró monumento nacional. En esa fecha sólo un puñado de edificios en toda España habían sido objeto de dicha declaración; el acueducto de Segovia era la primera obra de ingeniería civil en obtener la máxima protección concedida por el Estado.

Esta escasez de declaraciones no debe confundirnos. El siglo XIX supuso la consolidación de la estimación del patrimonio, la aparición de políticas tutelares e incluso la consagración de la restauración como disciplina científica. Es cierto que en las décadas ilustradas se dieron las primeras iniciativas de protección del patrimonio, afectando incluso al propio acueducto segoviano, pero en la centuria del Romanticismo, la industrialización y el ascenso de la burguesía y el liberalismo, sobre todo a partir de la década de los años 30, en España se multiplicaron y se sucedieron normas, medidas, proyectos e instituciones para preservar el legado histórico y artístico del país. Se iba definiendo la categoría de patrimonio y su anhelado lugar en la sociedad. Es sabido que todo ello no se hizo sin lagunas, imprecisiones e irreparables faltas. Fueron especialmente acusadas en el ámbito de la ingeniería civil.

En 1868, menos de veinte años antes de que el acueducto de Segovia fuese declarado monumento nacional, lo que restaba de otra infraestructura de abastecimiento urbano de agua de carácter histórico, el conocido como Artificio de Juanelo, un complejo mecanismo del siglo XVI que permitía elevar el agua del Tajo al Alcázar de Toledo, fue dinamitado por orden del ayuntamiento de la ciudad. Ni las normas patrimoniales promulgadas, ni la existencia de una comisión de monumentos en Toledo o la indignación de las Academias de la Historia y de Bellas Artes, impi-

dieron la voladura (Crespo 2012). Ya a principios del siglo XX, aun las advertencias de quienes sabían de su importancia histórica, los acueductos de Sevilla (el conocido como los Caños de Carmona) y de Oviedo también sucumbieron a la piqueta demoledora. Sólo se conservaron un grupo de arcos de ambas estructuras como recuerdo de lo que un día fueron; su predicada obsolescencia fue el motivo de su desaparición. Por fortuna, el destino del acueducto segoviano iba a ser distinto.

Ya anotamos que la relevancia emblemática del acueducto segoviano venía de lejos. En el siglo XIX y principios del XX no hizo sino crecer. Por supuesto ocupó un lugar privilegiado en las relaciones de los más importantes edificios de la ciudad redactadas por la comisión de monumentos de Segovia tras su creación en 1844 (ARABASF Comisión provincial de monumentos de Segovia, 1840-1880, 2-52-2). Como ocurrió en Tarragona (Ortueta 2004), otra ciudad marcada por su pasado romano y con restos monumentales de un acueducto de esa época, el legado medieval y de manera especial el nutrido grupo de iglesias románicas de Segovia fue despertando un mayor interés (Ruiz 2008). Sin embargo, el acueducto siempre fue su monumento insigne, reconocido y reconocible. Una sencilla guía de 1935 la definió como «la ciudad del acueducto» (Piquero 1935). Cuando en 1910 el ayuntamiento decidió destinar 1500 pesetas a la conservación patrimonial acordó «que el primero a quien tiene que atender con la mayor solicitud es el grandioso acueducto romano» (AMS 725-31). Fuera de la ciudad su fama no era menor. Desde las páginas de *El Museo Universal*, se afirmó que de todas las construcciones segovianas «ninguna tan digna de ser conocida como el célebre acueducto» (Murguía 1858). Era conocida pues no faltó en ninguna de las recopilaciones de los principales monumentos españoles que se sucedieron desde el *Voyage pittoresque et historique de l´Espagne* (1806-1820) de Alexandre de Laborde (figura 1). Tan «incomparable monumento», en palabras de José María Quadrado, llegó incluso a aparecer en la literatura orientada a la formación de los niños, como contenido de la educación más elemental. Ni qué decir tiene que esto era un reflejo de su presencia en todas las fuentes culturales destinadas al público más heterogéneo. Viajeros nacionales y foráneos no dejaron de referirse a él admirativamente (Cantalejo 2002; Pérez y Arroyo 2011); guías y libros eruditos siguieron describiéndolo y estudiándolo si bien no se llegó todavía a superar la monografía de Gómez de Somorrostro de 1820; se multiplicaron los grabados primero y las fotografías después que lo inmortalizaron y difundieron su imagen (figura 2); hasta fue motivo de inspiración de poesías, obras teatrales, cuentos y novelas. En los juegos florales organizados por el ayuntamiento de Segovia en 1902 se pudo destinar un premio a la más inspirada poesía dedicada al acueducto, pero no se hizo por la necesidad de vindicar o recordar su prestigio, sino más bien para reformular una vez más un inagotable timbre de honor para la ciudad (*Diario de Avisos de Segovia*, 6 de julio de 1902).



Figura 1
Dibujo preparatorio realizado para el *Voyage pittoresque et historique de l´Espagne* (1806-1820) de Alexandre de Laborde que no se llegó a grabar. Institut national d´histoire de l´art. NUM MS 463

A lo largo del siglo XIX, el acueducto siguió siendo una obra útil, indispensable para el abastecimiento de agua de Segovia. Por supuesto, lo fue su parte más monumental, la conformada por una sucesión de arcos. Así se revela en los dibujos de hacia 1860-1870 conservados en el Archivo Municipal de Segovia y que muestran los viajes de aguas, es decir, las diversas conducciones que partían de la cacera situada sobre dichos arcos y distribuían el preciado elemento por los barrios y propiedades colindantes (figura 3). En el poema que le dedicó Nicomedes Pastor Díaz se hablaba del «rumor que por las bóvedas/ hace el raudal en tumulto» (Pastor 1866). Versos que revelan que el agua era un elemento consustancial del acueducto y su utilidad no era olvidada ni si-

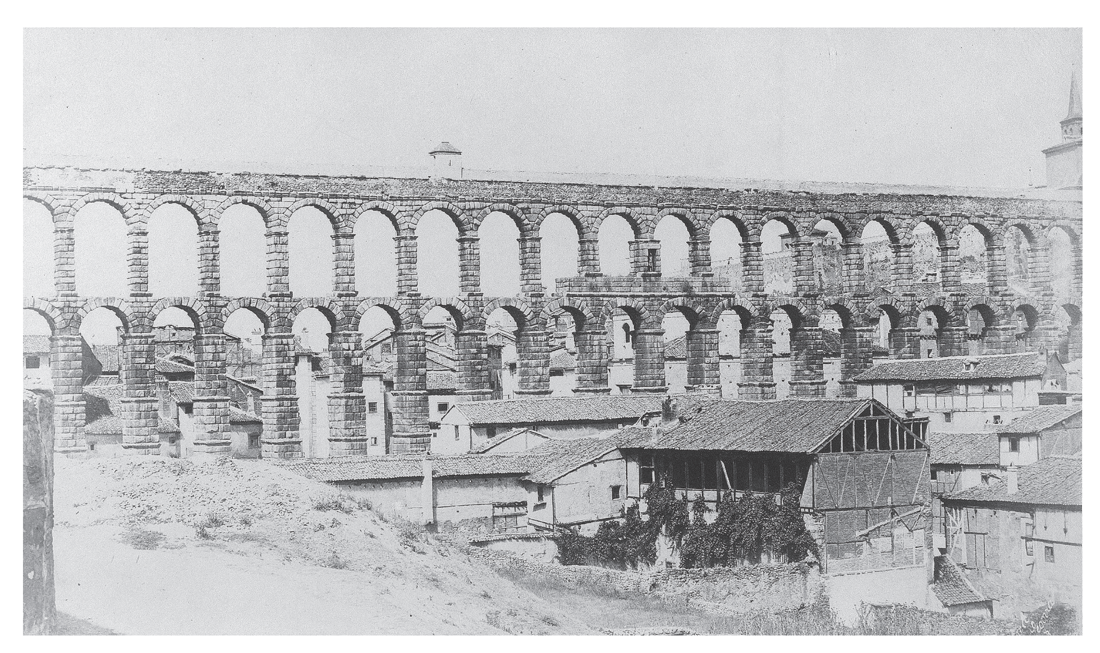


Figura 2
Charles Clifford, Acueducto de Segovia, 1853. Fotografía

quiera por los vates. En 1934, cuando el tramo de arcos del acueducto ya no era tan importante para el abastecimiento por las razones que enseguida veremos, todavía se definía al monumento como «un grandioso aguador» (Martín 1934, 21). De hecho, el agua para el abastecimiento de la ciudad no dejaría de correr definitivamente por sus arcadas hasta la restauración de 1970-1973 (Caballero 1999).

En una oda de Germán Salinas de 1878 el acueducto se presentaba no solo como manifiesto de los antiguos esplendores de la ciudad, sino también como una obra que «en torno suyo derramando goza/ dicha, salud, fertilidad, ventura» (Salinas 1878). Sin embargo, las crecientes necesidades de una Segovia que pugnaba por la modernidad, ya muy evidentes en el último tercio del siglo XIX, no podían ser satisfechas únicamente por el agua llegada a través del sistema tradicional. Lo que había sido suficiente en el pasado ahora no lo era. Desde los últimos años del siglo se empezaron a construir, con lentitud y no siempre con éxito, las infraestructuras para un suministro de agua a la altura de la época con nuevos depósitos, renovación de la conducción desde la presa del río Acebeda, modernización de las tuberías de la red de distribución, etc. (Mosácula 2011). Nos parece significativo que a principios de 1906, ante las filtraciones de la cacera, el ayuntamiento se plantease –o así lo manifestó– cortar el agua a la ciudad y de este modo no poner en riesgo «el histórico monumento, orgullo de Segovia» (*El Adelantado de Segovia*, 12 de febrero de 1906). No lo hizo por el grave perjuicio que causaría a los ciudadanos, pero al año siguiente, en 1907, se colocó una tubería a presión a los pies del acueducto para sustituir el histórico canal sobre los arcos, con un uso secundario a partir de ahora en el mejor de los casos. En su guía de 1906, Félix Gila afirmó:

> en los días en que se escriben estas líneas se abren las zanjas para la colocación de la cañería de presión que ha de aliviar de carga al Acueducto, que continuará desempeñando su cometido, aunque con menos caudal de agua (Gila 1906, 87)

Entre los años 1925 y 1928 se restableció la circulación del agua sobre las arquerías colocando una tubería de hierro. El ingeniero Antonio Aguirre relató el proceso con precisión desde la *Revista de Obras*

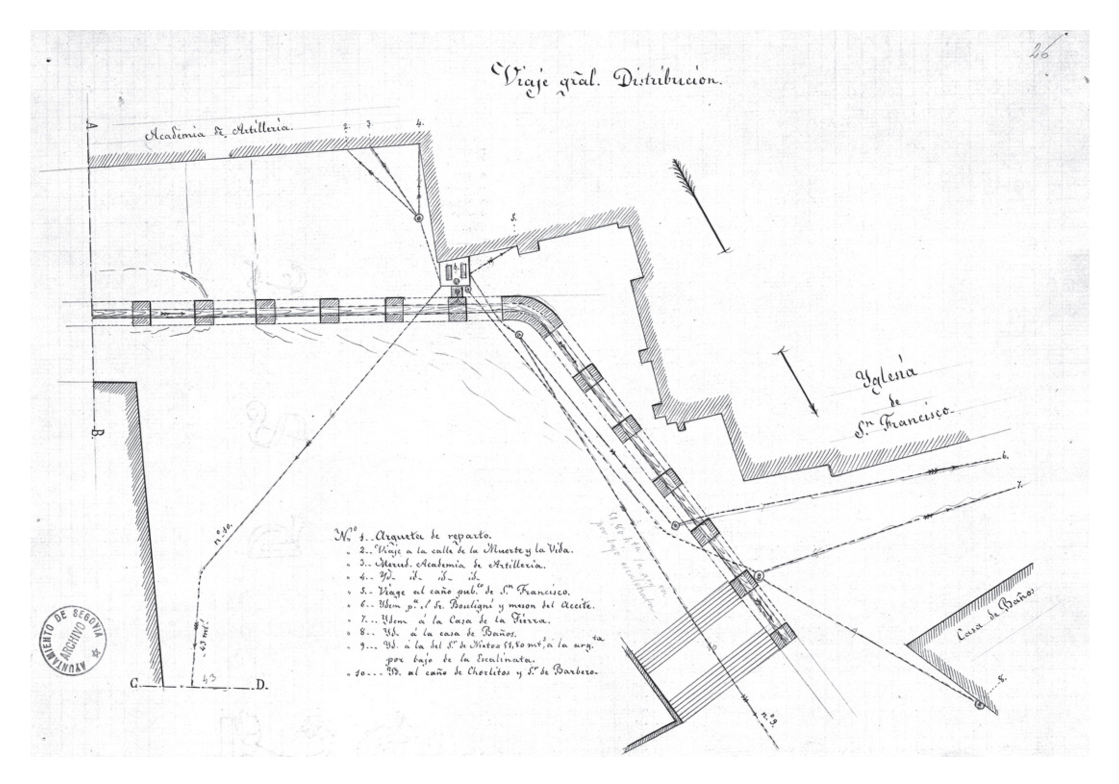


Figura 3
Fragmento del *Viaje de aguas* en el tramo de San Francisco, c. 1860-1870. Archivo Municipal de Segovia

Públicas: las filtraciones del canal empapaban los sillares y en inverno formaban trozos de hielo peligrosos para los transeúntes y el propio acueducto, por ello en 1907 se estableció un sifón con tubería de hierro hasta que «otras necesidades», en los años 20, obligaron a volver a servirse del milenario monumento, haciendo pasar por él una tubería suplementaria de la red principal de abastecimiento (Aguirre 1930).

Poco antes de su reutilización, en su novela *El secreto del Acueducto* (1922) Ramón Gómez de la Serna censuró el aire de ociosidad, los «aires de domingo eterno» que había adquirido la venerable construcción al no explotarse (Gómez 2000). En fechas similares, Unamuno había expresado en un artículo titulado *Una obra de romanos*, su temor por su supervivencia pues había dejado de ser necesario para la llegada de agua a la ciudad (Unamuno 2006). Pero estos dos grandes literatos no habían sido los primeros en censurar su «jubilación». El historiador segoviano Carlos de Lecea advirtió al tiempo que se proyectaba colocar la tubería de hierro en paralelo al acueducto, que no se prescindiese por completo de su servicio (*El Adelantado de Segovia*, 22 de noviembre de 1906). Recogiendo sus argumentos, en 1909, Francisco Alcántara publicó en *El Imparcial* una agria crítica sobre los cuidados que le habían procurado los segovianos y su ayuntamiento, incidiendo de manera especial en el «peligroso desuso» al que lo habían condenado recientemente (*El Imparcial*, 30 de enero de 1909). Hasta la comisión de monumentos acordó solicitar al ayuntamiento que para su mejor conservación, el acueducto siguiese surtiendo de agua a la ciudad (*El Adelantado de Segovia*, 5 de junio de 1909). Sin embargo, tales preocupaciones chocaban contra la creciente consolidación de su valor patrimonial, que se perfilaba como garantía para su supervivencia. El propio Gómez de la Serna afir-

mó que ni siquiera hubiese sido necesaria su declaración de monumento nacional en 1884, puesto que se bastaba a sí mismo para defenderse, siendo inconcebible que pasase a ser propiedad de alguien o que algún alcalde propusiese su destrucción (Gómez 2000, 269). Y así fue. Al acueducto se le pudo «jubilar» de su protagonismo o de su misma integración en la red de abastecimiento de agua, pero ya no podía serlo de sus otras funciones representativas y patrimoniales.

Como había sido norma a lo largo de su extensa historia, en el siglo XIX y a principios del XX se siguió interviniendo sin pausa en el acueducto. Era una infraestructura funcional, sometida a un fuerte desgaste, el principal monumento de Segovia y, además, ubicada en una zona decisiva de la ciudad, donde se encontraban su parte histórica y la nueva, siendo un elemento a tener en cuenta en sus planes de ensanche y reforma, tan presentes por cierto en este periodo (Ruiz 1982; Chaves 1998). El reconocimiento de su carácter monumental, junto a su funcionalidad y localización, fueron precisamente los principios desde los que se actuó en el acueducto de Segovia durante este periodo, unos principios que ya no podían desligarse unos de otros y en los que el primero, el patrimonial, fue adquiriendo protagonismo. Parecería que Enrique Corrales dio voz al pensar de su época cuando escribió en su monografía sobre esta construcción que su responsable «hizo algo más que un artificio para conducir agua» (Corrales 1889, 5).

No podemos ni siquiera citar aquí las intervenciones acometidas en el acueducto en los 100 años siguientes al final de la Guerra de la Independencia, que hemos ido recogiendo en el marco de un proyecto financiado por la Fundación Juanelo Turriano (Crespo y Revuelta 2014) para documentar la historia de la restauración y conservación de la obra pública en España hasta 1936. Esta empresa ha supuesto el vaciado de archivos centrales, regionales y locales con el objetivo de poner al alcance de los investigadores el máximo número posible de noticias y documentos. Pero en las actuaciones que, con mayor o menor fortuna, con criterios mejor o peor definidos, afectaron al acueducto segoviano en nuestro periodo constatamos que estuvieron marcadas por la afirmación de su carácter monumental. Siendo muy numerosas y diversas porque unas afectaron a su estructura y otras a su entorno, las intervenciones en el acueducto reconocieron siempre su valor histórico, constituido ahora en principio ineludible de cualquier actuación. Es más, alguna de éstas tuvieron principal o únicamente una motivación patrimonial.

Una de las mayores obras decimonónicas que afectaron a su fábrica fue la reconstrucción de una serie de arcos tapiados en el primer tramo de las arcadas. Se tapiaron en los años 20 por el peligro de que se viniesen abajo, si bien ya hubo quien en ese momento propuso «rehacer dichos arcos bajo la misma forma que el todo del acueducto» (AMS 3548-28). Tal fue el principio que primó en los distintos proyectos que se fueron presentando en las décadas siguientes y que se concretaron, finalmente, en la total reconstrucción de 10 arcos entre 1868 y 1869 (figura 4). En la documentación se insistió una y otra vez en la «utilidad pública» de la reconstrucción de los arcos para asegurar el todavía principal canal de abastecimiento de agua de la ciudad, pero no menos en las razones patrimoniales y de «belleza y ornato». Estas motivaciones explicarían el modo cómo se llevó a cabo la intervención. De hecho, que se optase por el arco de medio punto característicamente romano, revela el intento de recuperar una presunta unidad histórica ya perdida del acueducto, promoviéndose la reintegración estilística del mismo. En los arcos rehechos, tanto en su talla como en su forma y despiece, queda patente la pretensión de imitar los de época romana. Todo ello testimonia una motivación patrimonial y estética, remitiéndonos al tipo de restauración historicista dominante en este periodo, la que dirigió, sin ir más lejos, la restauración del Alcázar de Segovia tras su incendio. Este tipo de restauración se sancionó por la misma normativa emanada del Estado. En el artículo 21 del reglamento de las comisiones de monumentos del 24 de noviembre de 1865, se instó a las comisiones provinciales a reclamar contra las actuaciones en edificios públicos que alterasen «su carácter histórico o sus formas artísticas» o contra las «que desdigan del gusto o carácter arquitectónico que predomine en el edificio» (Ordieres 1995). No estaría de más señalar que este reglamento llegó a la comisión de Segovia en 1867, justo cuando se buscaba financiación para emprender la que fue la restauración más ambiciosa llevada a cabo en el acueducto durante el siglo XIX (AMuS CM-818bis).

Poco menos de veinte años después de esta obra, el prócer segoviano Ezequiel González, en un artículo publicado en la *Revista de la Sociedad de Amigos del País de Segovia*, fue claro al describirla: se habían reconstruido 10 arcos «dándoles forma y estilo



Figura 4
Arcos 35 y 36 del acueducto de Segovia, 1868-1869. Fotografía del autor

romano». La tildó de ejemplar por ello, por haber sido ejecutada «guardando el estilo predominante en tan precioso monumento» (González 1884, 4).

Otras intervenciones en la fábrica del acueducto como la recomposición del arco que faltaba en su ángulo mayor, es decir, el del primer nivel al inicio de la doble arcada; la eliminación del cableado del telégrafo, de las famosas cerbatanas o de estructuras añadidas como la casita del Consuelo o el fortín del Azoguejo, siguieron unos parejos principios o se escudaron en argumentos que incluían o se basaban en lo patrimonial. Lo mismo ocurrió cuando afectaron a su entorno. Y lo hicieron tanto al intentar limitar las explosiones cerca de él o prohibir ciertas obras peligrosas para su integridad, como cuando se quiso adecentar la intensa actividad social y comercial que se desarrollaba a sus pies. La pretensión de eliminar todo aquello que distorsionase su aspecto o no estuviese a la altura de su predicada monumentalidad, la voluntad de que en la medida de lo posible todo alrededor del acueducto estuviese acorde con su grandeza, marcaron las modestas construcciones erigidas a su sombra, así como los ambiciosos proyectos urbanísticos que afectaron sobre todo al Azoguejo. Las limitaciones presupuestarias de la ciudad hicieron que estos últimos proyectos, que incluían amplias plazas y avenidas para contemplar más airosamente el acueducto, se llevasen a término de manera muy parcial. No deja de ser significativo que la comisión provincial de monumentos de Segovia promoviese la colocación de 20 guardacantones para preservar los pilares de posibles choques de vehículos. Se determinó colocarlos en los arcos del acueducto que afrontaban con la carretera de Boceguillas y Villalba, la calle San Antolín (Ochoa Ondátegui) y la travesía de las Flores (Plaza San Francisco/Ochoa Ondátegui), provocando las quejas de algunos usuarios. Sin embargo, la comisión no las atendió reiterando que su objetivo era reducir los pasos a los mínimos puntos posibles y más seguros, siendo la prioridad no tanto la comodidad de la circulación como la preservación del monumento. Añadamos que la comisión aprobó un diseño de los guardacantones en consonancia con el acueducto que debían proteger (AMS 516-1 y 514-3; AMuS CM-442, 464 y 467).

La eclosión de un nuevo modo de ver y entender el acueducto, de intervenir en él, no significa que no se enfrentase a profundos desafíos también en su dimensión patrimonial. Más allá de problemas presupuestarios, de delimitación de las competencias administrativas o de la ausencia de procedimientos y normativas claras y precisas, la definición patrimonial decimonónica del acueducto se centró en su estructura monumental, lo que conllevó la destrucción de otros tramos. Además, se redujo principalmente a sus arcos y pilares de origen romano. Los erigidos o reformados después se vieron con displicencia, llegándose incluso a sugerir rehacer con un estilo romano todos aquellos del primer tramo de factura medieval o posterior. Como hemos visto, en algún caso esto se llevó a cabo. En una fecha tan avanzada como 1903, el ayuntamiento de Segovia aprobó la propuesta del arquitecto municipal Joaquín Odriozola de derribar un arco del acueducto situado en la plazuela del Seminario, ya en el interior de la ciudad, en el tramo pasada la muralla, para aprovechar sus materiales, «hermosear la calle» y mejorar el paso de carruajes (Ramírez 1992, 281). El predicado carácter patrimonial del acueducto de Segovia aseguró su continuidad, pero también presentó importantes retos.

Notas

1. La bibliografía sobre el acueducto es amplia. Sobre los aspectos indicados ver de manera especial Ramírez 1992; Zamora 1995; *Acueducto* 2002; Santamaría 2004; Fernández Casado [1968] 2008; Crespo 2010; Martínez 2012.
2. Planteamos algunas de ellas a partir, precisamente, de las intervenciones en otra obra pública romana en Crespo y Grau 2007. Sobre la significación histórica y patrimonial del acueducto durante la Ilustración, ver Crespo 2008 y 2013.
3. Crespo 2012. La demolición del acueducto de Sevilla se produjo en 1912; la del de Oviedo en 1915. Analizamos algunos de los problemas de la conservación del patrimonio de la ingeniería en la España de finales del siglo XIX y principios del XX en Crespo 2014.
4. La comisión de Segovia se constituyó el 16 de julio de 1844. AMuS CM-12.
5. Véase por ejemplo el artículo sobre «los puentes» aparecido en *Los niños: revista de educación y recreo*, t. XI, año VI, nº 3, enero de 1885. Quadrado definió de ese modo el acueducto de Segovia en el volumen sobre Salamanca, Ávila y Segovia, aparecido en 1865, de los *Recuerdos y bellezas de España*, la más importante obra ilustrada de la España del Romanticismo sobre los principales monumentos del país.
6. Según las noticias aparecidas en la prensa local, en septiembre de 1925 se autorizó la colocación de una tubería de hierro y comenzaron las obras a finales de noviembre (*El Adelantado de Segovia*, 1 de septiembre y 27 de noviembre de 1925). En su guía de 1928, el arquitecto Cabello Dodero señaló que la tubería de hierro sobre los arcos ya se había instalado (Cabello 1928, 159).
7. *El Imparcial*, 30 de enero de 1909. Alcántara llegó a afirmar que «ninguna ventaja, ni siquiera higiénica, produce la sustitución del Acueducto por medio de la tubería que pudo muy bien haberse tendido sobre su cauce». Sobre el periodista y crítico de arte Francisco Alcántara: García y Gómez 2001.

Abreviaturas

Nuestro agradecimiento a la dirección y el personal de los siguientes tres archivos por su ejemplar amabilidad, consejo y servicio.

ARABASF: Archivo de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando
AMS: Archivo Municipal de Segovia
AMuS: Archivo del Museo de Segovia

Lista de referencias

El Acueducto de Segovia. 2002. Madrid: Fundación Caja Madrid.

Aguirre, Antonio. 1930. «El acueducto segoviano y su estado de conservación». *Revista de Obras Públicas*, nº 78, t. I (2541 y 2546): 33 y 35 y 147-149.

Caballero, Luis. 1999. «El Acueducto o *La Puente Seca* de Segovia». En *Hispania. El legado de Roma*, 499-503. Zaragoza: Ministerio de Educación y Cultura.

Cabello Dodero, Francisco Javier. 1928. *La provincia de Segovia. Notas para una guía arqueológica y artística*. Madrid: Editorial Hernando.

Cantalejo, Rafael. 2002. «El Acueducto visto por los viajeros, los literatos y los poetas». En *El Acueducto de Segovia*, 125-149. Madrid: Caja Madrid.

Chaves, Miguel Ángel. 1998. *Arquitectura y urbanismo en la ciudad de Segovia (1750-1950)*. Segovia: Cámara de la Propiedad Urbana.

Corrales, Enrique. 1889. *El acueducto de Segovia*. Madrid: Impr. de Enrique Rubiños.

Crespo, Daniel. 2008. *El paisaje del progreso. Las obras públicas en el Viaje de España (1772-1794) de Antonio Ponz*. Valencia: Generalitat Valenciana.

Crespo, Daniel. 2010. «El Acueducto de Segovia: una obra en el tiempo». En *Conductus Vocis*, 13-22. Madrid: SEEC.

Crespo, Daniel. 2012. «Un episodio de la historia de la conservación del patrimonio tecnológico en España. La destrucción del Artificio de Juanelo en 1868». En *Fundación Juanelo Turriano 1987-2012*, 57-67. Madrid: Fundación Juanelo Turriano.

Crespo, Daniel. 2013. «Un dibujo de 1796 del acueducto de Segovia del académico Pedro Joaquín de la Puente Ortiz». *Estudios Segovianos*, t. LV, 112: 151-206.

Crespo, Daniel. 2014. «El fracaso del ensanche del puente romano de Salamanca en 1900. Un éxito de la conservación del patrimonio de las obras públicas». *Norba. Revista de arte*, 34: 315-325.

Crespo, Daniel y M. Grau. 2007. «Restaurar una obra pública en la época de la Ilustración». En *Actas del Quinto Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, t. I: 243-252. Burgos: I. Juan de Herrera, SEdHC, CICCP, CEHOPU.

Crespo, Daniel y B. Revuelta. 2014. «Historia del patrimonio de la ingeniería civil en España (s. XVI-1936). Un proyecto de la Fundación Juanelo Turriano». *Revista de Obras Públicas*, 3559: 35-42.

Fernández Casado, Carlos. [1968] 2008. *Acueductos romanos en España*. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

García, Fernando y M. V. Gómez. 2001. «Francisco Alcántara: la crítica de arte en *El Imparcial*». *Documentación de las Ciencias de la Información*, 24: 365-396.

Gila, Félix. 1906. *Guía y plano de Segovia*. Segovia: Imp. del Diario de Avisos.

Gómez de la Serna, Ramón. 2000. *El secreto del Acueducto*. Edición de Carolyn Richmond. Madrid: Cátedra.

González, Ezequiel. 1884. «El Acueducto de Segovia y el informe de la Academia de Historia pidiendo le declarase monumento nacional histórico». *Revista de la Sociedad de Amigos del País*, 11, 11 de noviembre de 1884: 1-5

Martín, Carlos. 1934. *Guía de Segovia*, Segovia.

Martínez, Santiago. 2012. *El Acueducto de Segovia. De Trajano al siglo XXI*. Segovia: Ayuntamiento de Segovia.

Mosácula, Francisco Javier. 2011. *El abastecimiento de agua a Segovia a través del tiempo*. Segovia.

Murguía, Manuel. 1858. «El acueducto de Segovia». *El Museo Universal*, año II, nº 24, 25 de diciembre de 1858: 186-187

Ordieres, Isabel. 1995. *Historia de la restauración monumental en España (1835-1936)*. Madrid: Ministerio de Cultura.

Ortueta, Elena de. 2004 *De l´erudit al turista. Inici de la projecció del patrimoni artístic i cultural de Tarragona, 1834-1933*. Tarragona: Cercle d´Estudis Històrics i Socials Guillem Oliver del Camp de Tarragona.

Pastor, Nicomedes. 1866. Al acueducto de Segovia. En *Obras de Nicomedes Pastor Díaz*, t. II. Madrid, Imprenta de Manuel Tello.

Pérez, Cesáreo y Arroyo, Luis Antonio. 2011. *El Acueducto de Segovia. Viajes, viajeros y algo de arqueología*. Segovia: Instituto de Estudios Pisoraca.

Piquero, Miguel. 1935. *Guía de Segovia. Reseña descriptiva, histórica, artística e industrial de Segovia*. Segovia.

Ramírez, Aurelio. 1992. *Supervivencia de una obra hidráulica. El acueducto de Segovia*. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

Ruiz, Antonio. 1982. *Historia del urbanismo en la ciudad de Segovia del siglo XII al XIX*. Segovia.

Ruiz, Antonio. 2008. La Segovia de *Monumentos Arquitectónicos*. En *Monumentos Arquitectónicos de España. Iglesias parroquiales de Segovia*, 1-67. Madrid: Instituto Juan de Herrera, Escuela Técnica Superior de Arquitectura (UPM).

Salinas, Germán. 1878. Al Acueducto de Segovia. Oda dedicada al municipio de la misma ciudad. *Revista de la Sociedad Económica de Amigos del País,* año III, nº 6, 12 de abril de 1878.

Santamaría, Juan Manuel. 2004. *Imágenes de Segovia en las Artes de la Estampa*. Segovia: Caja Segovia.

Unamuno, Miguel de. 2006. Una obra de romanos. En *Andanzas y visiones españolas (1922)*, 292-295. Madrid: Alianza.

Zamora, Alonso. 1995. *El Acueducto de Segovia*. Segovia: Academia de Historia y Arte de San Quirce.

Los mosaicos hidráulicos y los bloques de concreto en el trópico caribeño: su origen, historia y conservación

Beatriz del Cueto

Las ciudades portuarias por lo general se benefician de diseños innovadores a un ritmo más rápido que los asentamientos del interior, sirviendo frecuentemente como campos de prueba y laboratorios técnico-edilicios. Este fue el caso de las tecnologías de construcción que son el foco de esta investigación. En la región del Caribe, las edificaciones y el tejido urbano de las ciudades portuarias de frente al Mar Caribe y el Océano Atlántico fueron importantes exponentes de una evolución y revolución tecnológica, específicamente desde mediados del siglo 19 a principios del siglo 20, enmarcada en la Revolución Industrial y por las guerras que definieron el período.

Este estudio se centra en las Antillas Mayores y las tres islas que conforman el Caribe Hispano –Cuba, República Dominicana (parte oriental de La Española), y Puerto Rico. Denominadores comunes incluyen su bagaje cultural y lingüístico como antiguas colonias españolas, la geografía (terremotos, tsunamis), clima (calientes y húmedos, huracanes), y la flora y fauna (hongos, insectos xilófagos)– factores que influenciaron el diseño de sus edificaciones.

Las tecnologías de construcción de principios del 20 siglo que utilizaron el cemento Portland, han sido poco estudiadas en los trópicos. La meta de la presente investigación es lograr un mejor entendimiento del importante papel que los elementos arquitectónicos fabricados con este material jugaron en la evolución de la arquitectura tropical en el Caribe Hispano; sirviendo además para promover la conservación adecuada y compatible de edificaciones existentes.

Como nuevos materiales de construcción, los morteros hidráulicos a base de cal evolucionaron para convertirse en los cementos Portland[1] del siglo 19. Estos produjeron cambios importantes y permanentes en la industria de la construcción a nivel mundial. El fraguado rápido del cemento igualó la evolución veloz de la sensibilidad artística de la época. En las grandes ciudades, estos cambios viabilizaron una expansión urbana acelerada, así como la construcción de vivienda accesible para una emergente población citadina. La estandarización y la manufactura simplificada de elementos arquitectónicos prefabricados con cemento Portland posibilitaron el escenario para diseños innovadores y una expresión arquitectónica audaz.

Los productos manufacturados con cemento Portland fueron mercadeados inicialmente a través de las exposiciones europeas donde ganaron popularidad y para finales de los 1800s habían llegado a América. Los materiales se anunciaban en los catálogos de grandes empresas como permanentes, a prueba de agua y de fuego. Estas virtudes y características sobrepasaban los requisitos de las ordenanzas de construcción del siglo 19 en Cuba, la República Dominicana y Puerto Rico. Como consecuencia, los mosaicos hidráulicos, (figura 1) y los bloques de concreto con celdas huecas, como elementos tanto ornamentales como estructurales, se convirtieron en el vocabulario predilecto para la arquitectura residencial, religiosa e institucional en los trópicos.

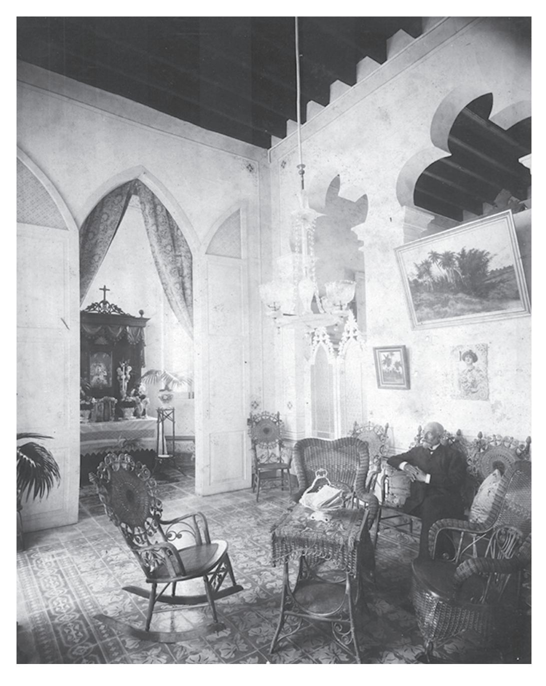


Figura 1
Casa habanera de finales del siglo XIX cuyos pisos originales fueron sustituidos por mosaicos hidráulicos de la Fábrica La Cubana, ca. 1903. (Colección privada, La Habana)

Durante la última década del siglo 19, tanto empresarios como artesanos emigraron al Caribe Hispano debido a conflictos bélicos o la falta de oportunidades económicas en su tierra natal. Productos de cemento Portland fueron inicialmente importados del Viejo Mundo a estas Indias Occidentales hasta que se establecieron las primeras fábricas de cemento y las industrias locales prosperaron. Luego de la Guerra Hispanoamericana, durante un período de crecimiento económico debido a la productividad y ventas del azúcar, hubo un aumento significativo en los proyectos de construcción y por consiguiente, en el uso del cemento Portland como nuevo material edilicio. Encabezando la lista de mayor importación de cemento a la región estuvieron Alemania, Estados Unidos, Dinamarca, Bélgica, Inglaterra y Francia. La nueva tecnología de construcción había llegado para quedarse.

El primer fabricante de cemento Portland en el Caribe Hispano fue la Fábrica Cuba en La Habana, fundada en 1895 (de las Cuevas 2001, 116-117). En la República Dominicana, la Fábrica Dominicana de Cemento, fue la primera empresa nacional de su tipo, inaugurada en 1947 (Penson 2005, 68). La primera planta de cemento establecida en Puerto Rico perteneció al Gobierno. Construida en 1936 bajo el *Puerto Rico Reconstruction Administration*, adoptó su nombre. (del Cueto 2014, 9)

La característica innata del cemento Portland de fraguar excepcionalmente bien en un clima caluroso y de humedad ambiental considerable, lo convirtió en el material ideal para productos innovadores de cemento en las regiones tropicales del Caribe. El diseño de componentes estructurales, fachadas de edificios, así como los interiores de edificios fueron profundamente impactados por los elementos arquitectónicos posibilitados por un molde con mezcla de cemento Portland, permitiendo todo tipo de siluetas y formas. La pre-fabricación facilitó la instalación, y proporcionó competitividad en costo. La relativa sencillez de la manufactura del mosaico hidráulico y el bloque de concreto, que no requería hornos, calor artificial, ni áreas amplias para su fabricación, facilitó la producción local de estos materiales de construcción. Los moldes y prensas de metal, además de los equipos relativamente pequeños requeridos para crear ambos productos, eran fáciles de importar y montar en casi cualquier lugar.

Mosaicos Hidráulicos: los pavimentos se convirtieron en alfombras

El Modernismo, Art Nouveau, y los estilos eclécticos, influenciaron grandemente las tendencias de diseño en el Caribe Hispano durante la última década del siglo XIX. Es entonces cuando los mosaicos hidráulicos, como elementos arquitectónicos, se convirtieron en uno de los protagonistas principales en el diseño de interiores.

Los mosaicos hidráulicos, como se les conoce comúnmente, o baldosas de cemento, losas criollas o losas isleñas, como se les llama en el Caribe Hispano, miden 20 centímetros cuadrados por 2,5 centímetros de espesor, y les caracterizan superficies altamente ornamentadas a color.[2] La composición final de estas baldosas fue el resultado de recetas maestras y mucha experimentación utilizando cal local, además de cemento importado de Francia y pigmentos importados de Italia durante los procesos más tem-

pranos de fabricación. El origen de este pavimento se le atribuye a inventores catalanes y franceses, aún cuando, la materia prima y equipos para su producción fueron manufacturados y traídos desde el sur de Francia, incluyendo el propio cemento Portland. Las empresas Orsola Solá i Cia. fundada en 1876, y Escofet Fortuna i Cia. establecida en 1886, jugaron un papel protagónico en el desarrollo del mosaico hidráulico. Los mosaicos, sin embargo, no serían plenamente aceptados hasta diez o quince años más tarde cuando el Modernismo, el Art Nouveau y los períodos eclécticos echaron raíces. Los inmigrantes catalanes al Caribe Hispano desde los años 1880s a principios de los 1900s, no sólo trajeron el gusto por estos pavimentos, sino también el conocimiento técnico para su fabricación.

La nomenclatura «hidráulica», parte integral del mosaico o baldosa hidráulica, no se debe a la utilización de mortero hidráulico o cemento Portland como materia prima del proceso de fabricación. El nombre se asocia principalmente al uso de la prensa hidráulica, equipo indispensable para el proceso de fabricación de estas baldosas que mejoró considerablemente el método de la prensa de mano original y resultó en un producto de mucha mejor calidad. (Rosell 1985, 27) Las especificaciones para la instalación de los mosaicos estaba incluida en sus catálogos, e informaban que sólo se requería un albañil experimentado.

Las baldosas se colocaban comenzando desde el centro del espacio hacia los muros. Los diseños más comunes consistían de un patrón central, enmarcado por una cenefa cuadrilátera, que se completaba con un borde de transición de mosaicos unicolor. Se instalaban utilizando la técnica «a truco de maceta», que fijaba las baldosas individualmente utilizando el mango de un mazo para nivelarlas. Los mosaicos hidráulicos debían instalarse perfectamente nivelados, ya que la superficie de cemento decorado no podía ser desbastada para luego nivelarla. Durante la década de 1890 muchas empresas establecieron plantas de fabricación en España, Francia e Italia, lo cual indica que la demanda había crecido y se había convertido en negocio rentable. La fama y aceptación del mosaico hidráulico en Europa, y particularmente en Barcelona, se trajo al Caribe Hispano en la década de los 1880s, a través de catálogos y la importación de los propios mosaicos, en conjunto con los fabricantes experimentados, los obreros, y artesanos catalanes que se aventuraron a las colonias insulares.

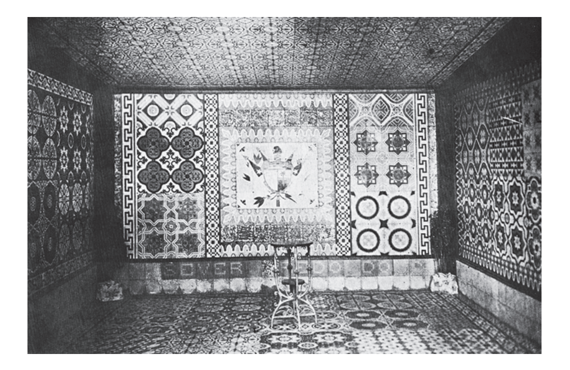


Figura 2
Muestrario de mosaicos «La Balear» durante Exposición en Palatino, La Habana. (El Fígaro - Revista Universal 1909, 144)

Existe documentación que sugiere que La Habana, Cuba, fue el primer lugar en el Caribe Hispano, donde se estableció una fábrica de mosaicos hidráulicos en 1886, sin embargo la fuerte competencia entre el producto local y la importación de baldosas, causó el fracaso de la compañía. Aún así, el auge de la construcción, impulsado por los beneficios económicos de una industria azucarera saludable «lograron aumentar la demanda y surgieron nuevos fabricantes» (Hernández-Navarro 2007, 13). En La Habana, La Balear (figura 2), fábrica fundada en 1894, manufacturaba un producto excelente que competía con las baldosas importadas, y en 1909 su producción había aumentado de 1.000 a 40.000 mosaicos al mes. La Fábrica de Cemento Cuba añadió la producción de mosaicos hidráulicos a su empresa nombrándola «La Cubana», y con 200 empleados producía semanalmente 100.000 mosaicos hidráulicos. Al igual, Ferias y Exposiciones Industriales en Cuba mercadeaban elementos arquitectónicos moldeados y prefabricados utilizando cemento Portland. Dos instancias significativas fueron la Exposición en Palatino de 1909 y la Exposición Nacional de 1911 donde se presentaron las compañías que producían estos materiales.

Saneamiento e Higiene Pública también jugaron un papel importante en la promoción de la industria del mosaico hidráulico en el Caribe Hispano. La preocupación por la propagación de la peste bubónica, presente en todas las ciudades portuarias de la época, dio lugar a ordenanzas estrictas en cuanto a los espacios destinados al almacenamiento de mer-

cancías. Estos reglamentos requerían losas o tortas de hormigón o mosaicos hidráulicos para los pisos de estos espacios para facilitar su limpieza y desinfectarlos.

Desde la primera década del siglo 20, la industria del mosaico hidráulico se había convertido en un mercado competitivo que se extendió rápidamente a través de las principales ciudades de Cuba. Su gran peso y la fragilidad de sus bordes contribuyeron a la descentralización de la industria. Muchas veces era más práctico llevar consigo las pequeñas prensas (semi-portátiles) y la materia prima más cerca o al sitio del proyecto propiamente, para evitar el transporte de las baldosas sobre los caminos irregulares de principios del siglo 20, en su mayoría sin pavimentar. En La Habana de 1926, la cantidad de fábricas de mosaicos hidráulicos sumaba 32 empresas.

Al igual que en Cuba, las baldosas hidráulicas importadas de Cataluña llegaron a la República Dominicana durante la última década del siglo 19, donde fueron adoptadas como parte del vocabulario arquitectónico de edificios institucionales y residenciales. El nuevo producto trajo polémica, cuando «Los inspectores de Sanidad atribuyeron a su fría temperatura la aparición de la fiebres palúdicas (...). Se acusaba así al mosaico de ser perjudicial para la salud...muy frío para los pies, dañino para la vista» (Ortega y Mitila 2008, 63). Los funcionarios del gobierno insistieron en que las baldosas no se utilizaran en los edificios públicos, debido a las continuas protestas. Aún así, prevaleció su uso, ya que una de las virtudes de estos pavimentos es que al mantenerse frescos, ayudan a menguar las cálidas temperaturas de los espacios interiores caribeños.

Como consecuencia de la Guerra Hispanoamericana, algunos inmigrantes catalanes establecidos en Cuba se trasladaron a la República Dominicana en busca de nuevas oportunidades de negocio. Entre ellos estaba José Turull-Vilanova, a quien se le atribuye haber establecido la primera fábrica de mosaico hidráulico en la ciudad capital de Santo Domingo en 1896. Unos años más tarde, Jaime Malla-Shalom, estableció la primera planta de mosaicos hidráulicos en San Pedro de Macorís. El empresario Juan Tavares-Juliá, estableció una fábrica para producir mosaicos hidráulicos, piedra artificial y otros elementos arquitectónicos de cemento en 1921, y luego compraría las fábricas de Turull y de Malla con el fin de consolidar la producción del mosaico hidráulico dominicano bajo una misma empresa. Para 1925, Tavares era el único fabricante de mosaicos en Santo Domingo, publicando en sus catálogos de 1925 y 1931 (figura 3) distintos tipos de elementos arquitectónicos (columnas y capiteles, bloques, balaustres, y acroteras, entre otros) fabricados en moldes con cemento Portland.

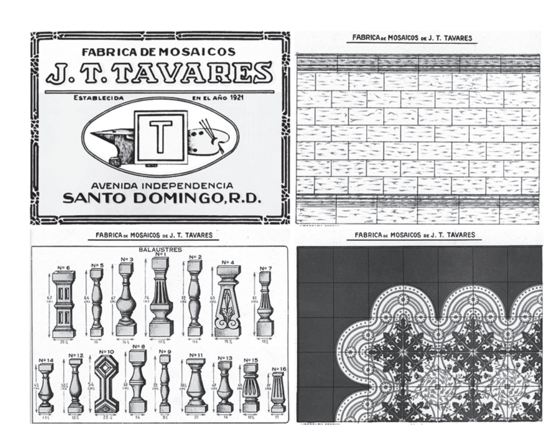


Figura 3
Elementos arquitectónicos producidos con piedra plástica o cemento Portland, Fábrica de Mosaicos Tavares en Santo Domingo. (Tavares 1931)

Similar a lo ocurrido en las otras Antillas Mayores, los mosaicos hidráulicos importados desde Barcelona entraron al mercado edilicio de Puerto Rico desde los 1890s. Las primeras fábricas de baldosas locales no serían establecidas hasta circa 1904. Durante este período de crecimiento económico, grandes residencias, así como importantes edificios institucionales exhibieron losa criolla o losa isleña, según se le conoció en Puerto Rico. Los nuevos gustos habían entrado al mercado local con la difusión de los catálogos de las empresas catalanas, así como una clase acomodada influenciada por los últimos estilos y la moda europea. Al igual, una nueva generación de arquitectos que habían estudiado en el extranjero, atraídos por los materiales de construcción innovadores utilizados fuera del Caribe Hispano, propagó el uso de estos productos en Puerto Rico.

Porto Rico Mosaics en Yauco fue uno de los primeros fabricantes establecidos en Puerto Rico alrededor de 1904. No solo manufacturaban mosaicos, sino también, elementos arquitectónicos ornamentales prefabricados y moldeados (columnas, molduras)

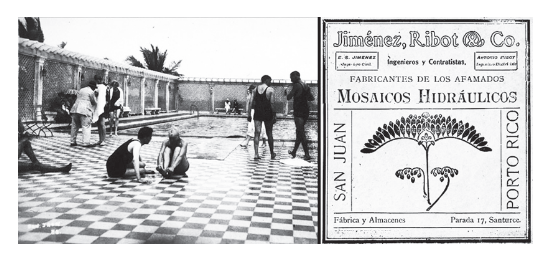


Figura 4.
Jiménez, Ribot & Co. de Puerto Rico «Fabricantes de los afamados Mosaicos Hidráulicos Delta» (Bustello-Morán 2011, 21)



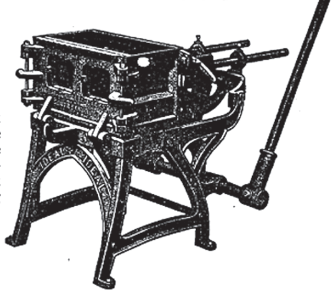


Figura 5
A Harmon Palmer se le atribuye el «invento de una máquina de hierro fundido con núcleo extraíble y laterales ajustables» (Simpson 1999, 11), un éxito instantáneo en 1900

con cemento Portland. Otros fabricantes de la primera década del 1900 establecieron empresas similares en rápida sucesión, incluyendo a *Jiménez, Ribot & Co.* (figura 4), fundada en Santurce ca. 1911, y la *Ponce Mosaic Co.* establecida en 1912. La fábrica ponceña se convirtió en una de las mayores manufactureras de mosaicos hidráulicos y otros elementos arquitectónicos de cemento. Su mosaicos eran anunciados en los periódicos y revistas sociales de Puerto Rico, Guías de Teléfono y Comerciales, así como en ediciones del Listín Diario, periódico de la República Dominicana. Esto indica que las baldosas tenían un buen mercado tanto en Puerto Rico como en el vecino país.[3]

En las décadas del 1920 y 1930 la industria alcanzó su mayor popularidad y riqueza propiciando que más fabricantes se instalasen en Cuba, la República Dominicana y Puerto Rico. Esta perdió fuerza para la década de 1940 cuando patrones y diseños mucho más sencillos, en gran parte simulando mármol, servirían para pavimentar grandes proyectos públicos de vivienda. Para la década de 1960, gran parte de las empresas del mosaico hidráulico habían dado paso a los pavimentos de terrazo que se habían popularizado en todo el Caribe Hispano por su instalación, aún más simple, y los cambios en la moda de la época.

Bloques de Cemento o Concreto: «verdaderas piedras artificiales»

Rapidez, economía y eficiencia caracterizaron los primeros productos de cemento Portland. Este fue el caso del bloque de cemento o concreto, que en 1906, según varios autores, fue un auténtico invento estadounidense. Su uso se extendió por los Estados Unidos y el mundo rápidamente, cuando miles de empresas e individuos los manufacturarían, a pesar de que la industria tuvo un comienzo difícil y detractores a todos los niveles. (Torrance 1906, 52) Independientemente de las fuertes críticas de, más que nada, la cara del molde que imitaba roca, o piedra natural, los bloques de «piedra artificial» fueron aceptados como material de construcción tipo «imitación». Las unidades se manufacturaban rápidamente, eran económicas, fiables, y podían utilizarse en todo tipo de edificios. Los bloques de concreto fueron tema de numerosos artículos técnicos, y el período comprendido entre 1900-1905 sirvió para pruebas innumerables, experimentación, y la carrera por las patentes.

Los bloques podrían ser hechos rápidamente a mano en el sitio del proyecto, no requerían hornos ni

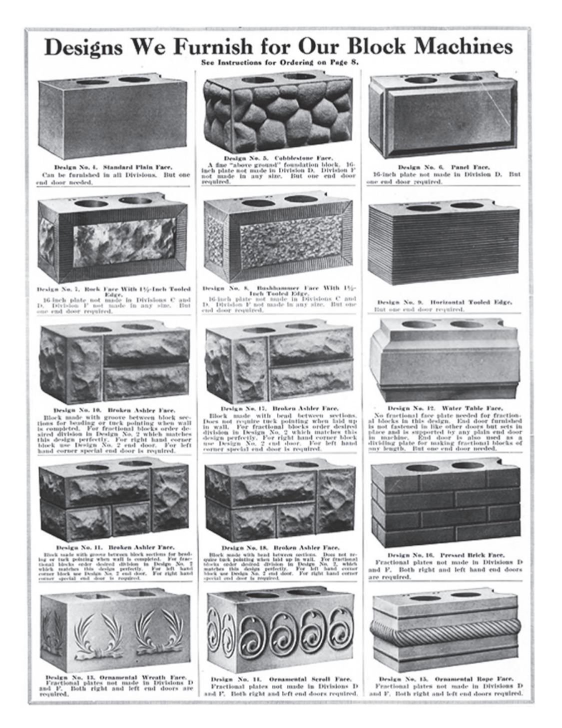


Figura 6
Sears, Roebuck & Co. mercadeaba varios modelos de las máquinas para fabricar bloques además de moldes con distintos diseños para las unidades (Sears, Roebuck and Company 1907, 9)

equipos grandes para fabricarlos (figura 5), se almacenan fácilmente, y estaban listos para su instalación en un mes.[4] Para 1907, material promocional generado a través de grandes empresas norteamericanas como Sears, Roebuck & Co., exhibió varios modelos de la máquina para fabricar bloques de concreto, los moldes con los distintos diseños para las unidades, y herramientas relacionadas (figura 6). Estos anuncios, accesibles al público en general, convirtieron al bloque de concreto en un material conocido, que se anunciaba como más económico que la madera, ladrillo o construcción en sillares y era a prueba de fuego.

El triunfo inicial de la fabricación de bloques de concreto y su uso en los Estados Unidos sirvió para promoverlo como una tecnología de construcción exitosa que se extendió rápidamente por todo el país así como en lugares de intercambio comercial. Este fue el caso del Caribe Hispano, donde existe evidencia que las máquinas estadounidenses para fabricar bloques de concreto llegaron tan temprano como 1901. En las islas, el nuevo material fue adoptado, modificado, desarrollado, y utilizado en conjunto a otras tecnologías innovadoras como el acero estructural y el hormigón armado.

Cuba parece ser el primer país en el Caribe Hispano en el que se utilizaron bloques de concreto como material de construcción. Prueba de que el uso del bloque fue iniciativa estadounidense, se confirma al establecerse en La Habana una sucursal de la firma de contratistas y diseñadores de New York, Purdy & Henderson. (Cody 2003, 94-95) Sus proyectos más tempranos en la capital Cubana, entre los años 1901 a 1907, incluyeron varias edificaciones de acero estructural con bloque de concreto. Entre estas sobresalen residencias en el Vedado, el Hotel Miramar, las primeras sucursales en Cuba del *Royal Bank of Canada,* y de igual manera, las del Banco Nacional de Cuba donde se utilizó el mismo sistema edilicio. La firma había inventado su propio bloque de concreto que incluía una barrera interna impermeable.

El pueblo de Mariel, al oeste de La Habana, aparenta ser el segundo lugar donde se utilizó bloque de concreto como material de construcción en Cuba, esta vez para edificar la mansión de Horatio Rubens (1905-1906); fecha temprana, incluso para edificios de bloques de concreto contemporáneos en los Estados Unidos. En este proyecto, los bloques, los cuales disminuyen en dimensiones generales según asciende la estructura, fueron utilizados como elementos estructurales, ya que sus cavidades interiores fueron rellenadas con varillas de acero para proveer el arriostramiento lateral necesario tanto por la altura del edificio de cuatro niveles, como por su ubicación en un monte desprovisto de protección natural contra los huracanes que afectan la región (figura 7). La exuberancia del edificio fue proporcionada por innumerables ornamentos arquitectónicos, al igual, moldeados y prefabricados con cemento Portland que probablemente fueron manufacturados en el sitio del proyecto debido a la ubicación remota de la propiedad.

Otras estructuras construidas de bloques de concreto que datan de la primera década del siglo 20 en Cuba están directamente asociadas con los grupos religiosos protestantes que llegaron desde los Estados Unidos al final de la Guerra Hispanoamericana. Este

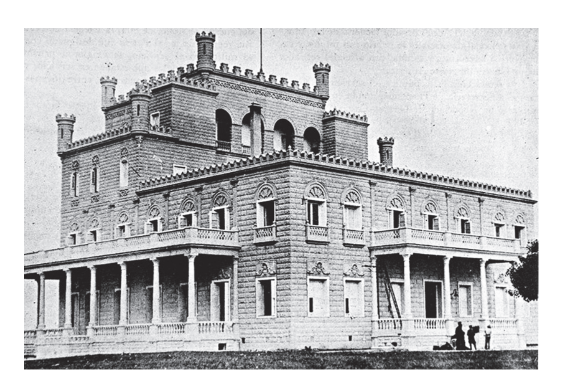


Figura 7
El Palacio Rubens (1906) en Mariel, Cuba, aparenta ser el edificio más alto y de mayor área edificado totalmente de bloques de concreto en el Caribe Hispano (El Fígaro - Revista Universal 1906, 461)

es el caso de la impresionante Iglesia Presbiteriana de La Habana inaugurada en 1906, de tres pisos de altura con un campanario de dos pisos adicionales. Del mismo modo, la Iglesia Metodista en Cienfuegos, utilizó la misma tecnología y fue inaugurada en 1908.

Proyectos más modestos de bloques de concreto en Cuba incluyeron conjuntos de viviendas. La *Cuba Company*, empresa ferroviaria estadounidense, en 1907 construyó veintiocho casas de bloques de cemento para sus empleados. En 1909 un grupo de casas de bloques de concreto fueron edificadas para la clase trabajadora en el área de Vedado de La Habana. Material técnico de la época hacía referencia a la práctica cubana de utilizar moldes de madera para la fabricación de bloques de concreto en lugar de los moldes metálicos utilizados en los Estados Unidos, aunque el proceso de fabricación era similar utilizando la mezcla de una parte de cemento por cuatro partes de arena, apisonadas a mano.

La «Arquitectura del molde» compuesta por piezas prefabricadas, convirtió la manufactura de estos componentes, con piedra artificial o cemento, en un negocio rentable en toda La Habana. Esquemas decorativos e innovadores podrían multiplicarse con el uso de moldes que facilitaran elementos arquitectónicos portátiles, «El molde fue el elemento propio de la industrialización aplicado a la arquitectura de la serie infinita, repetible y combinable; una arquitectura para ser consumida y asimilada por la sociedad de masas que ha marcado el siglo XX» (Chateloin-Santiesteban 2007, 253). Se podía consultar un catálogo y seleccionar rápidamente la combinación preferida de ornamentos y componentes. La gran variedad de elementos arquitectónicos de cemento Portland que se produjeron en los primeros talleres cubanos incluyó «estructura portante», lo que significaba columnas y bloques de concreto huecos que cuando se rellenaban con varillas de acero y mortero de cemento servirían como soportes estructurales para un edificio (del Cueto 2015, 83-84).

A pesar de que no existe fecha exacta para la importación de las primeras máquinas y moldes para manufacturar bloques de concreto a la República Dominicana, parece haber sido una industria directamente ligada a la de la fabricación de los mosaicos hidráulicos y otros productos moldeados con cemento Portland. Los propietarios de las residencias de las clases de industriales y comerciantes acaudaladas, por lo general interesados en los materiales de construcción progresistas y de moda, hubieran deseado emular las expresiones arquitectónicas y tecnologías promovidas en el extranjero. Debido a las relaciones comerciales de la clase industrial dominicana con los Estados Unidos, existe la probabilidad de que durante la primera década del siglo XX, la tecnología del bloque de concreto podría haber sido importada a la República Dominicana por los contratistas o constructores del periodo.

La residencia de bloques de concreto simulando sillares construida para el banquero puertorriqueño Santiago Michelena-Belvé data del 1912 (figura 8). Esta parece ser el primer edificio de bloques de con-

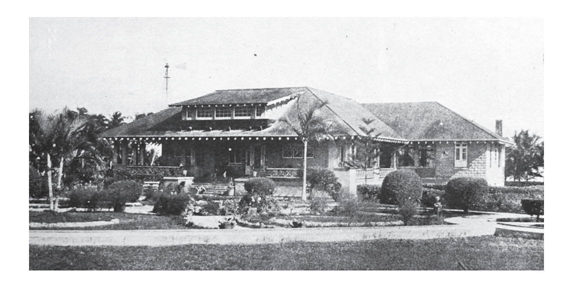


Figura 8
Residencia de Santiago Michelena-Belvé (1912) en Santo Domingo diseñada por el Arq. Antonín Nechodoma y posiblemente edificada por Frank Hatch *(El Libro Azul de Santo Domingo* 1920, 41)

creto construido en la República Dominicana. Varias residencias similares, construidas con el mismo material, fueron edificadas durante la década de 1920, específicamente en el área suburbana de Gazcue. Esto fue más bien debido al establecimiento en Santo Domingo de la industria de productos de cemento Portland en 1921, conocida como J.T. Tavares, donde se produjo un bloque de concreto almohadillado o «tipo verruga», como se le llamaba localmente (Penson 2005, 72). En el segundo catálogo impreso por esta compañía en 1931, un segmento completo de la introducción está dedicado a las virtudes de los bloques de concreto (piedra artificial) y otros productos de construcción manufacturados por esta fábrica (Tavares 1931, 7-9).

El huracán San Zenón, fenómeno extremadamente destructivo, azotó la República Dominicana en 1930 nivelando gran parte de la ciudad capital, principalmente compuesta por edificios de madera. Fotos tomadas justo después del desastre muestran varios edificios de bloques de concreto que sobrevivieron. Un edificio de tres pisos de altura, con muros estructurales de bloques de concreto, sobrevivió a la tormenta. Fotos históricas documentaron barras de refuerzo o varillas que se extienden verticalmente desde el interior de los núcleos huecos de las esquinas del edificio de bloques de concreto durante su construcción, que si luego eran llenados con hormigón, habrían formado columnas estructurales adecuadas. Estos refuerzos sirvieron como amarre lateral, protección indispensable para edificios en áreas sísmicas o donde ocurren huracanes.[5]

Como consecuencia de la Guerra Hispanoamericana, un gran número de norteamericanos se establecieron en Puerto Rico. El nuevo gobierno insular emprendió un ambicioso plan de construcción de carreteras, puentes y escuelas. Gran cantidad de los edificios institucionales y de vivienda de la época utilizaron cemento Portland como parte de la mezcla para la manufactura de los bloques de concreto y el hormigón armado, imitando modelos introducidos por el Gobierno colonizador, grupos religiosos protestantes y los militares. (del Cueto 2014, 8)

Hacia 1904-1905, moldes de metal para la fabricación de bloques huecos de hormigón fueron traídos a Puerto Rico a través de los misioneros protestantes de los Estados Unidos a fin de acelerar la construcción de sus nuevas iglesias, escuelas, universidades y hospitales para y por, sus congregaciones. Los primeros bloques mayormente simulan sillares o piedra cortada. Su fabricación era económica, su peso como material edilicio mucho más ligero, y eran a prueba de fuego, cualidades que popularizaron su uso local. Los primeros moldes hacían los bloques en obra uno a uno, utilizando los agregados que se encontraban en las inmediaciones de los proyectos.



Figura 9
La Escuela Santiago Palmer (1907) fue el primer colegio edificado en Puerto Rico con bloques de concreto (Gráfico - Revista Semanal Ilustrada 1914)

Se considera al Orfanato para Niñas George O. Robinson en San Juan como la primera estructura de bloques de concreto construida en Puerto Rico durante 1906. La Iglesia Metodista Episcopal *Collins Memorial* en Aibonito, edificada entre 1906-1907 aparentemente fue la primera Capilla Metodista construida en la Isla y la segunda estructura de bloques de concreto. El tercer edificio local de bloques de concreto parece haber sido la Escuela Santiago Palmer (figura 9) construida en Salinas durante el 1907.[6]

Los primeros dos edificios fueron construidos con fondos de la misión de la Iglesia Metodista Episcopal. Las escuelas de Puerto Rico, como proyectos públicos, fueron diseñadas por arquitectos de la Oficina del Comisionado de Educación, bajo el Departamento del Interior. Para 1906, la directiva general de esta Oficina había sido que se abandonara el uso de madera como material de construcción para edificios escolares y su sustitución por bloques de concreto, ya que escaseaban distribuidores locales con suficiente inventario de madera buena y seca. Este incentivo para utilizar la nueva tecnología de bloques en las escuelas, proporcionó estructuras de albañilería permanentes en una región tropical plagada por insectos xilófagos, huracanes y terremotos.

La Misión Presbiteriana estableció el Instituto Politécnico de Puerto Rico en San Germán circa 1910. Los bloques de cemento fabricados a mano y la construcción de los edificios del campus eran actividades requeridas de los estudiantes varones como parte de su formación universitaria. El Reverendo Will Harris, quien estableció el Instituto, había utilizado la tecnología desde 1907 cuando él mismo, con la ayuda de miembros de su misión, habían erigido dos edificios de bloques de cemento con textura de sillares en el pueblo: la Iglesia Presbiteriana y la casa del pastor. Harris posiblemente importó los moldes y máquinas para hacer bloques a la parte occidental de la Isla, cuando las comunidades presbiterianas estaban estableciéndose en la región.

El uso de bloques de concreto tuvo su apogeo en Puerto Rico durante la primera década del siglo XX, cuando sus cualidades ornamentales y moda, así como su sencilla fabricación e instalación rápida fueron ventajas importantes. El equipo necesario para la fabricación de los bloques debe haberse propagado rápidamente por toda la Isla, ya que desde 1906-1910 se construyeron un número significativo de todo tipo de edificios con el uso de esta tecnología. Como fue el caso en los Estados Unidos, la superficie preferida era aquella que simulada sillares o piedra natural, pero fotos históricas indican que por lo general, se utilizaba más de un diseño de los moldes para crear fachadas ornamentales.

A diferencia de los mercados cubanos y dominicanos, la documentación relativa a industrias puertorriqueñas fabricantes de materiales ornamentales moldeados con cemento Portland, son sumamente escasas. Sin embargo, estas empresas probablemente existieron desde la primera década del siglo XX. La ornamentación arquitectónica moldeada estuvo muy presente desde los primeros usos del bloque de concreto y el hormigón armado en la Isla. Los primeros ejemplos de ornamentos arquitectónicos moldeados locales probablemente fueron fabricados utilizando moldes comprados traídos a la propia obra, como se detalla en las especificaciones de construcción para las escuelas de Puerto Rico (del Cueto 2015, 93-95).

La pasión por el uso de los bloques de concreto como material estructural, se extinguió rápidamente en Puerto Rico, principalmente debido a la preferencia por el uso de hormigón armado, una tecnología contemporánea a los bloques, que fue adoptada rápidamente por la industria de la construcción local acostumbrada a construir estructuras de albañilería utilizando formaletas y encofrado igual que había sido el caso para las estructuras antiguas de mampostería. Otro factor que contribuyó al cambio, fue el terremoto de gran magnitud de 1918 que provocó cambios en los códigos y reglamentos de construcción que garantizaran el uso de materiales y tecnologías apropiadas y seguras. Las nuevas ordenanzas recomendaron el hormigón armado sobre cualquier otra tecnología, por su resistencia probada a los huracanes y terremotos, así como por la economía de representaba su uso. (del Cueto 2014, 9)

Conclusión

Los materiales de construcción prefabricados de cemento Portland –los mosaicos hidráulicos y los bloques de concreto– jugaron un papel fundamental en la arquitectura de fines del siglo XIX y principios del XX en las tres islas del Caribe Hispano: Cuba, República Dominicana y Puerto Rico. Su uso marcó no solo avances en tecnologías y procesos constructivos, sino que definió el estilo de una época y de un lugar, el trópico caribeño.

Sus propiedades materiales, particularmente el ser a prueba de fuego, agua y sabandijas, junto a los procesos de prefabricación, estandarización y rapidez de manufactura e instalación revolucionaron la manera de construir en el Caribe. La historia de estos materiales exhibe orígenes comunes en las tres islas –un origen catalán a fines del siglo XIX amplificado por una creciente influencia norteamericana a partir de la Guerra Hispanoamericana y la consecuente bonanza económica, producto de la explotación de la caña de azúcar.

Ambos materiales de construcción se enfrentarían cara a cara o coincidirían en una región tropical que representaba el cruce entre mundos dispares, que concurrentemente aceptaba todas las influencias. Estas tecnologías de construcción importadas desde Cataluña y los Estados Unidos se mezclaron en el Caribe Hispano, donde fueron utilizadas juntas o de forma independiente. La Arquitectura resultante exhibiría nuevas formas de utilizar materiales de construcción moldeados y prefabricados de cemento Portland que sobrevivirían indefinidamente.

Hoy día, el estudio y documentación de estos materiales y tecnologías servirá como instrumento in-

dispensable para la preservación y conservación de edificaciones de este periodo en el Caribe Hispano. Es importante constatar, que las especificaciones y recomendaciones originales de principios del siglo 20 para la preservación y el mantenimiento de estos materiales, son de igual relevancia hoy día que cuando fueran redactadas hace mas de cien años.[7] En gran medida aquí yace la clave para su supervivencia y perdurabilidad en el futuro.

Notas

1. Un interés renovado por los materiales hidráulicos comenzó en el norte de Europa (Inglaterra y Francia) a finales del siglo XVIII. John Smeaton, ingeniero Inglés, descubrió que el mejor mortero provenía de calizas que contenían mayores porcentajes de arcilla. Las investigaciones de Joseph Aspdin para el «cemento Portland» (llamado así porque la mezcla era similar al color y textura de la piedra caliza de Portland, Inglaterra) fueron patentadas en 1824. Luego de sus patentes, comenzó la carrera por producir materiales similares, aunque no siempre con el mismo éxito. La necesidad de construir canales, carreteras, puentes y obras de ingeniería civil durante la Revolución Industrial, exigió materiales de alto rendimiento como los morteros hidráulicos de cemento, piedra artificial o piedra plástica. Estos productos fraguaban rápidamente, endurecían bajo el agua, alcanzaban resistencia temprana y protegían los edificios del agua y contra el fuego. (del Cueto 2014, 8)
2. Los mosaicos hidráulicos están compuestos por tres capas que se comprimen en un molde mediante una prensa: una superficie fina decorada (mezcla de arena fina, polvo de mármol, cemento y pigmentos, que a la vez sirve como capa resistente y artística); una capa de unión intermedia (partes iguales de arena y cemento que unen las otras dos capas y que absorbe la humedad); y un soporte o capa inferior donde se coloca el sello del fabricante (arena y cemento Portland, aproximadamente 4: 1). (Rosell 1985, 25) Texto traducido del catalán por la autora.
3. El mosaico hidráulico también se utilizó para los trabajos de reconstrucción, específicamente luego de desastres naturales de gran magnitud (huracanes, incendios, terremotos) que ocurrieron entre 1899 a 1928 en Puerto Rico. (Bustello-Morán 2011, 26) Nuevos reglamentos y ordenanzas promovieron productos de cemento, o aquellos materiales y tecnologías de construcción que fueran seguros para las estructuras en Puerto Rico.
4. La patente estadounidense de Harmon Palmer fue concedida en 1900 y su empresa, fundada en 1902, produjo y vendió un kit para fabricar bloques. La tecnología tuvo imitadores inmediatos, por lo tanto, ya para esta época, el bloque de concreto había establecido su lugar en la historia de la construcción. (del Cueto 2015, 76)
5. Cuando el gobierno dominicano inició el proceso de reconstrucción, tanto los bloques de concreto, como elementos arquitectónicos prefabricados con cemento Portland (columnas, capiteles y balaustradas), se convertirían en los protagonistas de la vivienda nueva en Santo Domingo. Un gran número de las nuevas viviendas también incorporó pavimentos de mosaicos hidráulicos.
6. El bloque de concreto que simulaba sillería fue seleccionado para los tres edificios, con algunas áreas de bloques lisos, que combinados, concedían el carácter institucional requerido para los edificios religiosos y escuelas. El bloque, como sustituto de la piedra natural, había sido utilizado como material para la construcción de escuelas y arquitectura religiosa contemporánea estadounidense. Este material fue importado junto a las nuevas tipologías arquitectónicas que sirvieron como importantes precedentes para proyectos en Puerto Rico.
7. Para ver Especificaciones y Recomendaciones en cuanto a estos procesos, consulte *Aguayo Tiles*, 2014; del Cueto 2015, 137-147; Gaudette et.al. *Preservation Brief* 15; y Jester et.al. 1995, 84-85.

Lista de Referencias

Chateloin-Santiesteban, Felicia. 2007. «De la Arquitectura del Molde o la Identidad de la Ciudad Cubana», *Trocadero,* 19: 251-264.

Cody, Jeffrey W. 2003. *Exporting American Architecture 1870-2000.* London and New York: Routledge, Taylor & Francis Group.

de las Cuevas-Toraya, Juan. 2001. *500 Años de Construcciones en Cuba*. La Habana: Chavín, Servicios Gráficos y Editoriales, S.I.

del Cueto, Beatriz. 2014. «Historia en Concreto: la evolución de los morteros hidráulicos y el uso del cemento en Puerto Rico», *AAA - Archivos de Arquitectura Antillana, Revista Internacional de Arquitectura y Cultura en el Gran Caribe*. Sto. Domingo, República Dominicana.

del Cueto, Beatriz. 2015. *Concrete Blocks and Hydraulic Cement Floor Tile in the Tropics: advent, history, conservation*. Manuscrito sin publicar, New York: Fundación James Marston Fitch.

Gaudette, Paul y Deborah Slaton. s.f. «Preservation of Historic Concrete»*, National Park Service Preservation Briefs,* 15. Washington, D.C,. Government Printing Office.

Hernández-Navarro, ed. Mario Arturo. 2007. *Havana Tile Designs.* Amsterdam: The Pepin Press BV.

Industrias Aguayo de Construcción. s.f. «Aguayo Tiles - Guidelines for installation, care and maintenance»*, San Cristóbal, República Dominicana: www.aguayo.com.do*

Jester, Thomas C. editor. 1995. *Twentieth Century Building Materials – History and Conservation*. Washington, D.C.: Archetype Press, Inc.

Ortega, Carmen & Ana Mitila-Lora. 2008. *El Mosaico Hidráulico: Arte en Evolución*. Industrias Aguayo de Construcción, C. x A.

Penson, Enrique. 2005. *Arquitectura Dominicana 1906-1950.* Sto. Domingo: Mediabyte, S.A.

Rosell, Jaume i Joan Ramón. 1985. *El Mosaic Hidráulic*. Barcelona: Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Barcelona.

Simpson, Pamela H. 1999. *Cheap, Quick & Easy - Imitative Architectural Materials, 1870-1930.* Knoxville: The University of Tennessee Press.

Tavares, J. T. 1931. *Fábrica de Mosaicos de J. T. Tavares, Catálogo No. 2.* Sto. Domingo: Litografía Ferrua.

Torrance, William M. 1906. *The Manufacture of Concrete Blocks and their use in Building Construction,* Second Prize in Engineering News Competition of 1905. New York: The Engineering News Publishing Company.

Construcción en madera maciza en el sur de Chile: un sistema constructivo excepcional en peligro de extinción

Renato D'Alençon Castrillón
Francisco Prado García

En esta ponencia se documentan y discuten las características constructivas, la distribución geográfica y los orígenes del sistema constructivo conocido como madera maciza, *Blockbau* o *Blockhaus*, utilizado por los colonos alemanes del sur de Chile durante la segunda mitad del siglo XIX. Este sistema se presenta hoy casi desaparecido en Chile, a pesar de las muchas referencias a construcciones de madera maciza en diversas fuentes históricas.

En el trabajo se ha desarrollado el estudio del único caso conocido aún existente, la casa Garcés (ex Andler) para establecer en detalle sus principales características materiales y constructivas; y se ha extendido la exploración de los rastros de estas construcciones para definir un catastro de la localización de edificios de madera maciza hoy desaparecidos en las regiones de Llanquihue, Osorno y Valdivia, a partir de trabajo en terreno y del estudio de fuentes en archivos documentales y colecciones fotográficas.

Al mismo tiempo, se ha encontrado que el uso de las casas de madera maciza está muy extendido en las regiones de origen de los emigrantes alemanes que llegaron a Chile, especialmente en las regiones montañosas entre Silesia y Bohemia llamadas Riesengebirge (Krkonoše o Karkonosze), en donde se pueden reconocer varias similitudes tipológicas y constructivas con el caso chileno. Ejemplos paradigmáticos de esa región han sido estudiados y sus características se han profundizado para explicar y comprender algunos elementos del sistema utilizado en Chile.

Constructores Inmigrantes

La colonización del sur de Chile con inmigrantes de origen alemán se llevó a cabo de manera organizada entre 1852 y 1875 impulsada por el Gobierno de Chile y dio lugar a la construcción de un amplio patrimonio arquitectónico, que los chilenos reconocen hoy como «arquitectura alemana». Las familias llegadas de la antigua Prusia y los estados vecinos, principalmente de las regiones de Hesse, Westfalia, Württenberg, Silesia y Bohemia, emigraron para establecerse en las áreas de Valdivia, Osorno y Llanquihue, llevando consigo su cultura, arquitectura y forma de construir.

Al documentar este traspaso, hemos identificado las influencias específicas desarrolladas por estos inmigrantes en el sur de Chile, las que se encuentran en: sistemas de construcción y elementos arquitectónicos básicos, como el «Soberado con Mirador» o *Zwerchhaus*; la construcción con estructuras de «Madera Maciza», *Blockbau* o *Blockhaus;* y las «Marcas de Carpinteros» o *Abbundzeichen*, que hemos documentado y discutido (Prado y D'Alençon 2014) mediante un estudio que en paralelo analiza casos tanto en Chile como en las zonas de origen de los emigrantes. En dicho artículo, desarrollamos el estudio de las casas de madera maciza, en alemán *Blockbau* (Gerner 1997, 28-30), muy extendida en las zonas de origen de estos emigrantes, sobre todo en las regiones montañosas antes indicada. De acuerdo a los registros escritos, fotográficos y a otros testimonios exis-

tentes, muchas casas de madera maciza fueron construidas por los inmigrantes alemanes en Chile. Sólo una de ellas existe hoy en día, la casa Andler (hoy Garcés) en Playa Maitén, cerca de Puerto Fonck, la que ha sido documentada por el equipo de investigación como un testimonio de una tipología hoy casi desaparecida.

Construcción en Madera Maciza (*Blockbau*), un sistema constructivo excepcional en peligro de extinción

En la casa Andler (figura 1), la madera maciza permaneció visible hasta hace unos años (protegida por un corredor perimetral) aunque hoy en día se encuentra revestida. El corredor se ha modificado y las tejas del techo sustituidas por planchas de acero cincado corrugado, cambiando así sus características principales, lo que conduce a un deterioro por condensación intersticial, tanto del revestimiento de los muros como la cubierta. La actual existencia de otros ejemplos similares aún es incierta, y aunque algunos indicios de su existencia han sido encontrados por el equipo de investigación bajo el nombre de «Blockhaus» no se ha podido localizar otro inmueble de estas características ejecutado por los colonos en el área de influencia germana en el sur de Chile.

Algunas huellas de otros casos han sido identificadas en diversas fuentes (figura 2), pero sus características específicas no han sido aún reconocidas. Ortega (1994, 16), en su clasificación de tipologías para la región de Llanquihue describe las «Blockhaus» asociando el término a la simplicidad de los volúmenes de las primeras casas, y no al sistema constructivo de madera maciza. Con ello pasa inadvertido el valor específico de las formas constructivas. Por otra parte, numerosas imágenes y referencias en libros (Liga Chileno Alemana 1950, Held 1986a) y en colecciones privadas muestran casas de madera maciza, como las de la casa Matzner en Puerto Octay (demolida). También existen testimonios orales, como el de la señora Haase de Puerto Octay (Vidal 2009), donde trata de explicar la gran diferencia de las primeras casas con las hoy existentes:

> porque aquí eran casas construidas de block, así...de palo, palos labrados, árboles labrados; entonces se montaban uno sobre otro (...) aquí la casa que era así era la de los Matzner, pero lamentablemente la desarmaron también. Y ahí, mire, un árbol sobre otro, labrado así también a usted no le pasaba el viento; esto: (hace un gesto con las manos que muestra un ancho de unos 40 cm), se imagina? uno sobre otro (...)



Figura 1
Madera Maciza en Chile. Casa Andler , hoy Garcés, en los 1990s (Matthews 1993)



Figura 2
Madera Maciza en Chile. Fotografía de una casa de los primeros inmigrantes, construcción fechada 1854, ubicación desconocida. (Liga Chileno-Alemana 1950, 91)

Metodología: Cartografía, Levantamiento y Estudio Comparado

El trabajo está estructurado en dos partes: una cartografía de las viviendas de madera maciza, existentes y desaparecidas; y un análisis comparado del único caso registrado existente y sus antecedentes europeos.

En la primera escala de aproximación se considera la localización de los casos de estudio con el objetivo es situar las viviendas en el paisaje y establecer su extensión en el territorio. La recurrencia de tipos y modelos en la realidad se puede establecer de acuerdo a un levantamiento de un parque existente, y su importancia relativa en términos de número se puede validar o establecer numéricamente, y partir de ello ordenarlos en inventarios o catastros (Bedal 1993). Sin embargo, la identificación de tipos o modelos puede ser relevante a pesar de tratarse de números pequeños, por lo que la validación cuantitativa no debe considerarse como un parámetro absoluto. Esto es especialmente cierto en el caso chileno, en que, a diferencia del Europeo, se cuenta con pocos casos de estudio.

La segunda escala de trabajo se basa en un estudio exhaustivo del único caso existente en Llanquihue a través de un levantamiento, en referencia a sus antecedentes en la región de las Montañas Riesengebirge, según se han identificado en la investigación, para contrastarlo con ejemplos representativos correspondientes en las zonas de origen de la emigración.

Cartografía de las Viviendas de Madera Maciza

En base al catastro realizado por don Guillermo Briede, Inspector del Distrito de Playa Maitén en el año 1855 podemos afirmar la existencia de 5 casas de tipo Blockhaus en esta zona (tabla 1). Dicha información se encuentra documentada por Emilio Held (1986a), quien señala, además, la ubicación de los lotes correspondientes a las familias aludidas.

Existe además evidencia de un sexto caso de vivienda de madera maciza perteneciente a la familia Matzner. Su existencia fue reconocida a partir de dos fuentes videográficas, en primer lugar la entrevista a la señora Frida Hasse (Vidal, 2009) y, en segundo una foto familiar (S.A) que evidencia su existencia.



Figura 3
Fotografía de la familia Matzner, frente a su casa cerca de Puerto Octay (S/A 2010)

PROPIETARIO	SECCIÓN	Parcela N°	PROPIETARIOS SUCESIVOS
Fernando Schmidt	Playa Maitén hacia Octay	2	José Schmidt, Antonio Schmidt, Osvin Schmidt
Francisco Backhaus	Playa Maitén hacia Volcán	4	Gustavo Keller, dividido entre: Fernando Schmidt, Gustavo Ellwanger, Leopoldo Blaña, Eduardo Blaña, Jorge Blaña, Inés Blaña, Hans Siebert
Adolfo Ellwanger	Playa Maitén hacia Volcán	5	Dividida entre Blaña, Federico Aichele, Alberto Aichele, Raúl Aichele
Jorge Schnitzer	Playa Maitén hacia Volcán	6	Augusto Püschel, Pedro Kram, Roberto Riedel, Albino Riedel, Weisser
Carlos Andler	Playa Maitén hacia Volcán	12	Arnoldo Andler, dividido entre Julio Garcés, Cristino Haase, Eduino Gädicke, Jorge Von Stillfried

Tabla 1
Propiedades con viviendas de madera maciza Blockhaus en base al catastro de Guillermo Briede (Held 1986a)

Su localización se determinó a partir del mapa del lago Llanquihue elaborado por Emilio Held, donde rotula la parcela perteneciente a dicha familia.

El plano del lago Llanquihue y la distribución de lotes corresponden a una elaboración propia (figura 4) en base a cuatro mapas. Dos de ellos fueron desarrollados por Emilio Held; el primero señala la repartición de chacras entre los años 1853 y 1857 en la comuna de Puerto Octay (Held 1986a) y el segundo la nueva distribución de lotes y sus dueños en torno al lago hacia 1933 (Held 1933). Los otros mapas corresponden a los planos de J. Decher de 1875 (Blancpain 1974) y W. Golte (1973).

La estructura de parcelación desarrollada en torno al lago Llanquihue se caracterizó por ser una división homogénea; los lotes poseían el mismo tamaño y se emplazaban con su lado corto hacia el lago, permitiendo la accesibilidad al sistema de transporte desde todos los terrenos (Moser 2011). Posteriormente se establecieron nuevas parcelas y los lotes preexistentes fueron re-estructurados. Como podemos observar en las planimetrías posteriores, esta vez las decisiones fueron tomadas en base a la topografía y geografía de la zona.

Además de los casos localizados en la ribera del lago Llanquihue, se han encontrado en Chile otras construcciones de madera maciza en la localidad de Antuco, en la cordillera de la región de Bío-Bío (figura 5) y en la comuna de Porvenir, en la Isla de Tierra del Fuego, donde se reconoce como tipología bajo el nombre de «Blocao» (Covacevic 2014, 32). Si bien hubo inmigrantes alemanes que se localizaron más al norte del lago Llanquihue, no se ha podido establecer feacientemente la correspondencia de estos nuevos casos con los de la inmigración alemana.

Por otra parte Bohemia, junto a Hesse, Silesia, Württemberg, y Westphalia, son las regiones con mayor concentración de familias emigrantes (figura 6). Varios grupos emigraron a Chile desde la región de montañosa de las Montañas Gigantes (Riesengebirge) entre Silesia (593 personas) y Bohemia (456 personas). En Silesia los lugares de origen de los emigrados se concentran en la ciudad de Jelenia Góra (Hirschberg im Riesengebirge) y el pueblo de Myslakowice (Zillerthal-Erdmannsdorf). En Bohemia, provenían principalmente desde Broumov (Braunau). En total, 39 personas con un oficio en el ámbito de la construcción emigraron desde esta zona. Los inmigrantes de Silesia llegaron a Chile llegaron en los



Figura 5
Refugio cordillerano en madera maciza en la localidad de Antuco, en la Provincia de Bío Bío. Fotografía: Tarjeta Postal de los 1960s

primeros años de la inmigración, y los venidos de Bohemia fueron el último grupo en llegar a la colonia de Llanquihue (1871-75 aproximadamente).

El único caso Chileno: la Casa Andler, hoy Garcés

Las viviendas de los colonos alrededor del lago Llanquihue están en su mayoría construidas en base a entramados de madera revestidos con entablados o tejuelas. Sin embargo, de acuerdo a los registros escritos, fotográficos y a otros testimonios existentes, muchas casas de madera maciza fueron construidas por los inmigrantes alemanes en Chile. Como se ha dicho, sólo uno de ástas existe hoy en día, la casa Andler un raro objeto de investigación, de valor incalculable para identificar los elementos de esta arquitectura y sistema constructivo de madera maciza en Chile (figura 7).

Si bien la data de la casa Andler no se conoce con exactitud, se estima en la década de 1870. La casa presenta planta rectangular (12 × 21,6 × 10,2 m), se asienta en un predio cerca de la orilla y recoge varias características en términos de diseño, función y construcción comparables a la tipología europea (figura 7). La forma, proporción y acabado del cuerpo y la cubierta (revestimiento de tejas) son similares a los ejemplos de Bohemia / Silesia. La entrada por los costados lleva a una circulación central, desde el cual se accede a los espacios principales.



Figura 4
Mapa de la localización de las casas de madera maciza localizadas en torno al Lago Llanquihue. Elaboración propia en base a los planos de Held (1933, 1986a) de J. Decher de 1875 (Blancpain 1974) y Golte (1973)

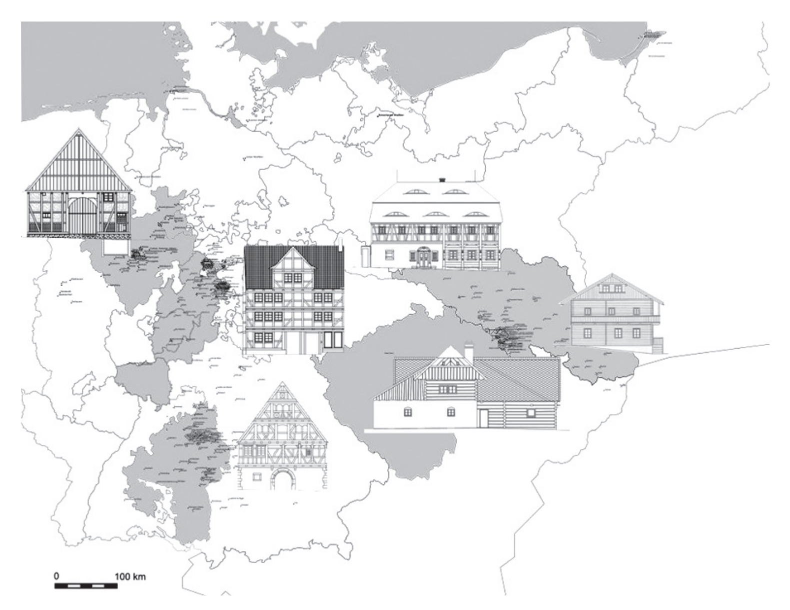


Figura 6
Los orígenes de los emigrantes llegados a Chile se concentran en las regiones de Hesse, Silesia, Württemberg, Bohemia y Westphalia, de acuerdo a la información recogida por Emilio Held (1965). La figura muestra estas concentraciones y as tipologías tradicionales para cada región

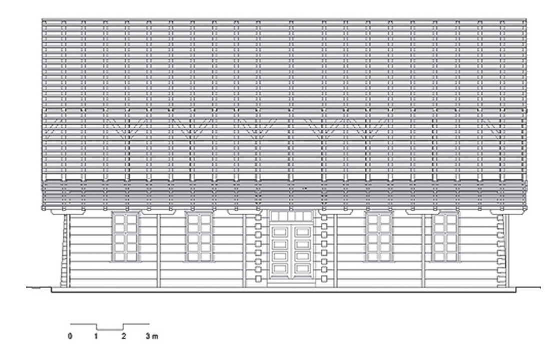


Figura 7
Madera Maciza en Chile. Casa Andler en Playa Maitén. Fachada. Dibujo: Fabiola Solari



Figura 8
Madera Maciza en Bohemia. Salduv Statek, Jilemnice. Fachada principal. Dibujo: Proyecto de relocalización, Jak Projekcni Atelier, 2003

La madera maciza en los Riesengebirge: Salduv Statek en Jilemnice y las Gebirgsbauden (Chalupy) en Malá Úpa

La construcción en madera maciza es una tradición característica en la zona de las Riesengebirge. Las viviendas aisladas a gran altura en la montaña se llaman *Bauden*, y aún hoy día se utilizan para la habitación, como tabernas, refugios para viajeros y excursionistas o como estaciones fronterizas. Una variación de estas viviendas según el clima y la topografía de las grandes alturas en las montañas son las llamadas *Gebirgsbauden* (*Chalupy*). Las viviendas rurales en la región son de planta rectangular de uno o dos pisos, con una techumbre a dos o cuatro aguas, de inclinaciones elevadas (aproximadamente 50°). Muchas de estas cubiertas incluyen áticos y buhardillas o *Kreuzstube* (Loewe 1969). A mayor altura se encuentran adicionalmente corredores exteriores cerrados que protegen la casa del severo clima invernal. El espacio de la cubierta era utilizado primeramente como granero, para ser posteriormente usado como lugar habitado.

Las tipologías representativas que se estudiaron en esta área son las Chalupy (*Gebirgsbauden*), y las casas de madera maciza propiamente tales, que se ejemplifican en este caso con la casa Salduv Statek (Granja Salduv) en Jilemnice (Starkenbach), Bohemia.

La casa Salduv Statek es una vivienda de madera maciza de un piso, con una cubierta semi-habitable, originalmente granero, en la que hoy se ubica una vivienda (figura 8). La re-ubicación y remodelación de la casa, ha permitido conocer los detalles de ésta, que es representativa de su tipo y corresponde a las zonas de origen de la emigración a Chile. Es parte de un notable conjunto de casas similares (16 en total) en el centro de Jilemnice, que se han conservado desde fines del siglo XVII, la llamada Zvedava Ulicka («calle curiosa»), cuyas primeras referencias datan de 1732.

A mayores alturas en la montaña se encuentran las cabañas llamadas «Chalupy» (*Gebirgsbauden*) (figura 9). Dadas las exigentes condiciones del clima de la montaña, la construcción está basada en madera maciza, con un hogar y horno central, y un corredor perimetral cerrado que permite abrigar el acopio de leña para el invierno, la cisterna de agua y un retrete. El espacio de la cubierta era utilizado primeramente como granero, para ser posteriormente usado como lugar habitado, al que se accede a través de un puente



Figura 9
Madera Maciza en Bohemia. *Gebirgebauden* de la región montañosa: *Chalupy* en Horny Malá Úpa. Fachada principal. Fotografía: Renato D'Alencon

casi horizontal directamente al espacio de la cubierta desde la pendiente del cerro.

En ambos casos, los muros de madera maciza están construidos por piezas horizontales rectangulares de secciones de alrededor 200 a 300 mm, colocadas unas sobre otras, de forma alternada para producir encuentros ortogonales en las esquinas. Los encuentros horizontales entre las piezas del muro, generalmente estaban calafateados con una mezcla de cal, arcilla y aserrín (además de estopa). La estructura de techumbre, en muchos casos es soportada por postes centrales llamados *Firstsäulenstuhl*, y cubierta por entramados de ramas y paja o por tejuelas machihembradas (*Nutschindel*) de madera de 550 mm de largo y de 25 mm de espesor aproximadamente.

Sistema constructivo y calafateo

En su estudio sobre los orígenes europeos de las construcciones de madera maciza en Norteamérica, Jordan (1985, 126) reconoce 6 tipos de formas de troncos y calafateo para la construcción de los muros en la región fronteriza de Bohemia, Moravia, Silesia y Sajonia (figura 10). El tipo C, localizado por Jordan en Eslovaquia occidental corresponde a la casa de Salduv Statek de Jilemnice (Bohemia): troncos semi-labrados con las caras redondeadas hacia la junta (*zweiseitig behauenen Blockbalken*) sin lengüetas ni rebajes (figura 10 C).

Los espacios que quedan entre los troncos tienen hasta 1", lo que exige el uso de un calafateo efectivo y no meramente decorativo o de ajuste. Este se realiza hoy, de acuerdo a lo encontrado en terreno, con una mezcla de yeso, arena y astillas o virutas de madera, además de estopa. Las caras curvadas permiten un mejor acceso al eje del muro, donde la altura del espacio es menor (figura 11).

En la casa Andler, por otra parte, se observan (figura 12) las grandes secciones que componen los muros (12 × 12") sin que se pueda reconocer el calafateo para dar uniformidad a las uniones. Sus paramentos fueron construidos montando un madero de roble pellín (Lophozonia obliqua) de gran escuadría sobre otro, generando un paramento macizo, que se encuentra trabado en las esquinas con el muro adyacente alternando la altura de colocación de las piezas de un tabique, versus las del otro tabique, dejándolas a desnivel. Justo en la cabeza de cada pieza de un muro, se hacía un tallado con forma trapezoidal, donde debía encajar de manera precisa la cabeza de la pieza perpendicular, también previamente tallada para calzar. En sus fundaciones la vivienda utiliza vigas de madera de gran escuadría (aproximadamente 35 cm de ancho y 20 cm de alto) y elementos de escuadría algo menor en la estructura del segundo piso y en la de techumbre (24 cm de ancho y 12 de altura).

Los muros de la casa Andler (altura aprox. 4 m) se construyen de piezas de alerce de espesor decreciente a medida que aumenta la altura (350 mm × 20 mm)

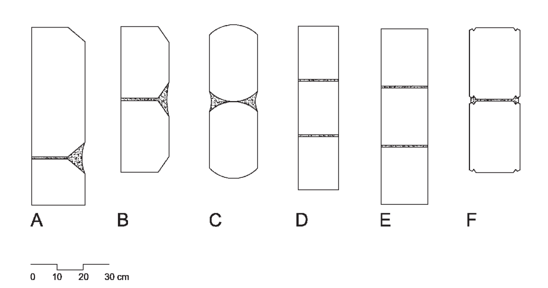


Figura 10
Sección de los troncos y juntas horizontales entre piezas labradas en muros de madera maciza (*Blockbau*). Tipos en Alemania Oriental y Polonia (Eastern German / Western Slavic) según Jordan (1985: 126): A. Alta Silesia; B. Alta Lausitz; C. Eslovaquia Occidental; D. Alta Silesia; E. Montañas de Baja Silesia. Dibujo: Renato D'Alencon basado en Jordan (1985, 126)



Figura 11
Madera Maciza en Bohemia. Salduv Statek, Jilemnice. Muros de madera maciza durante el proceso de reubicación. Se aprecian el estado y dimensión del calafateo antes de ser retiradas las piezas. Fotografía: Jan Sucharda

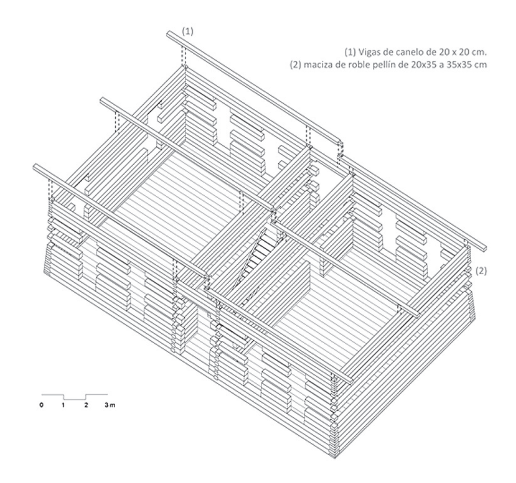


Figura 12
Madera Maciza en Chile. Casa Andler en Playa Maitén. Sistema de armado de los muros de madera maciza. Dibujo: Fabiola Solari



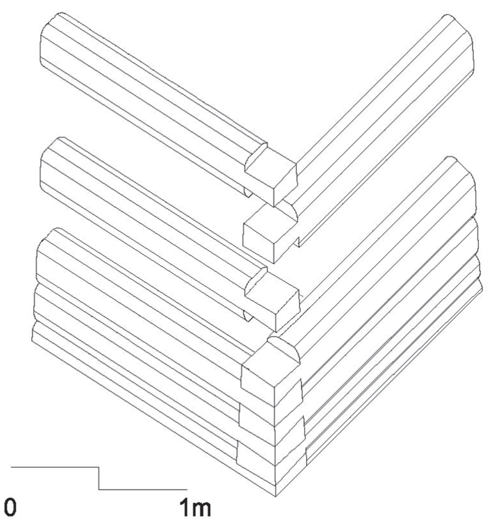


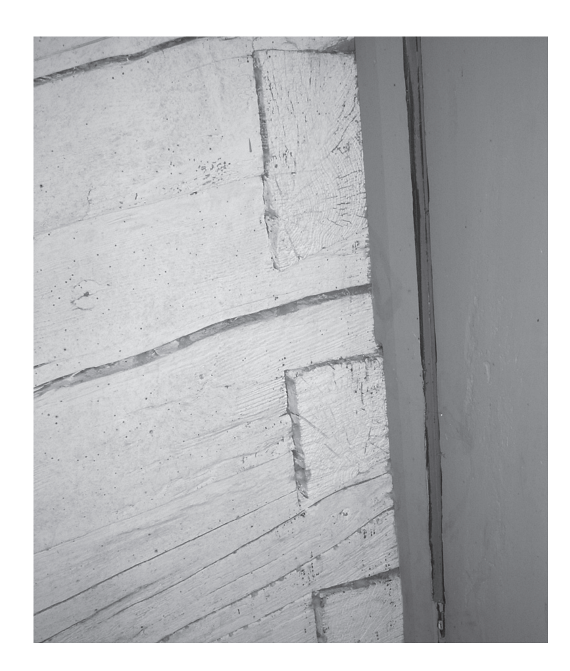
Figura 13
Encuentro en esquina biselada (*Verzinkung*) en Salduv Statek, JilemniceMuros de madera maciza durante el proceso de reubicación. En la imagen se puede apreciar también el espacio entre las piezas horizontales. Fotografía: Jan Sucharda; dibujo: Renato D'Alencon

sin chaflán (figura 12). Como se ha indicado, la sección de los troncos permite o exige el uso de un calafateo complementario a la junta misma, y es parte integral del sistema constructivo. Tanto en la forma de los troncos prevaleciente así como en el uso de calafateo en las zonas de origen estudiadas se diferencian de la casa Andler. Sin embargo, aunque no son una mayoría, en muchos otros casos de Baja Silesia las juntas quedan sin calafatear ajustadas bajo su propio peso, de acuerdo a la Tipo E de Jordan, de muros macizos de caras rectas (figura 10 E), del mismo modo que en la casa Andler.

Sistema de Encuentros

En el caso de Salduv Statec, los encuentros de los troncos en las esquinas de los muros perimetrales se resuelven con una junta biselada (*Verzinkung*) que de acuerdo a Gerner (2000, 100-101) corresponden a las más elaboradas de las uniones de este tipo (figura 13). Las caras redondeadas no se tocan entre sí dejando un espacio entre las piezas de modo que la transmisión de las cargas es sólo a través de las uniones. La forma de tronco piramidal de las espigas, bajo la carga de las piezas contribuye a trabar la unión. Las aristas redondeadas no alcanzan a llegar hasta las uniones, con lo que se resuelve la geometría de la pieza.

Los encuentros de la casa Andler corresponden a la misma geometría de tronco piramidal, para asegurar la unión, lo que permite rematar en ambos casos



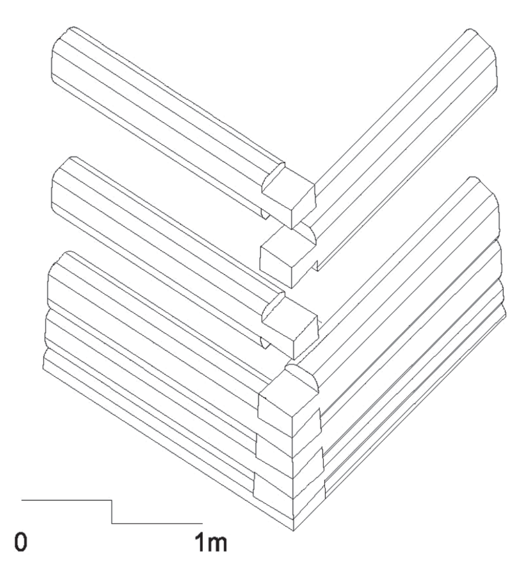


Figura 14
Madera Maciza en Chile. Casa Andler en Puerto Fonck. Detalle del encuentro y ensamble de dos muros perpendiculares esquineros. Fotografía: Fernanda Vargas; dibujo: Renato D'Alencon

las cabezas de las piezas al ras, sin que sobrepasen el plano de fachada. Tampoco en la casa Garcés se pueden apreciar otras piezas en la unión o recortes destinados a la reforzar la trabazón. La solución de las espigas tronco-piramidales u otra trabazón es necesaria en las uniones cortadas al ras para asegurar que las piezas no se salgan de plano vertical.

Conclusión

En este artículo se ha discutido la situación actual de la Casa de Andler, único ejemplar aún existente de las casas de madera maciza construida por los inmigrantes alemanes del sur de Chile, y se contrastado con sus antecedentes europeos en el Riesengebirge, en la frontera entre Bohemia y Silesia, origen de muchos de los inmigrantes que viajaron a Chile.

De acuerdo a los antecedentes disponibles hasta el momento (el equipo de investigación continúa buscando otros casos en el sur de Chile), sólo se han podido localizar otras 5 viviendas (ya desaparecidas) en la ribera del lago Llanquihue, además de otros dos casos en otras regiones de Chile. Asimismo, se ha podido establecer la relación directa y similitudes y diferencias técnico-constructivas de la Casa Andler con sus elementos originarios. En particular, la correspondencia del sistema de madera maciza de caras rectas, sin calafateo y con uniones de espigas tronco-piramidales. Por otra parte, la casa Garcés presenta una reducción en la sección de los muros a medida que las piezas avanzan en altura, que no ha sido posible identificar en los casos originales en Europa central, no aparece consignada en otros estudios al respecto. En forma similar a lo observado en las investigaciones anteriores, los colonos trajeron consigo una «forma de hacer» que desarrollaron localmente; lo que se traduce en una construcción con profundo interés histórico y patrimonial.

Estos resultados, por tratarse de una patrimonio tan escaso, sugieren la importancia de preservar la casa Andler, al mismo tiempo que sugieren alternativas para la rehabilitación y reparación de la casa, ilustrados en el proceso de renovación y reparación de las casas tradicionales de madera maciza en Bohemia y Silesia, con respecto a la sustitución de piezas deterioradas, calafateo de las uniones para corregir la infiltración, actualización de los estándares de aislamiento, entre otros.

Lista de referencias

Bedal, K. 1993. *Historische Hausforschung: eine Einführung in Arbeitsweise, Begriffe und Literatur. Quellen und Materialien zur Hausforschung in Bayern 6 (Neuausg.)*. Bad Windsheim: Fränkisches Freilandmuseum.

Blancpain, J.P. 1974. *Les allemands au Chili*. Köln: Böhlau.

Covacevich Pérez, M. 2011. *Porvenir (1880-1950): arquitectura y urbanismo pionero de Tierra del Fuego*. Santiago de Chile: STOQ.

Ellenberg, H. 1990. *Bauernhaus und Landschaft in ökologischer und historischer Sicht*. Stuttgart: Ulmer.

Gerner, M. 1997. *Fachwerklexikon*. Stuttgart: Deutsche Verlags-Anstalt.

Gerner, M. 2000. *Entwicklung der Holzverbindungen*. Stuttgart: Fraunhofer Irb Verlag.

Golte, W. 1973. *Das südchilenische Seengebiet* (Bonner geographische Abhandlungen / hrsg. vom Geographischen Institut der Universität Bonn). Bonn: Dümmler.

Held, E. 1933. Mapa del Lago Llanquihue de E. Held W., Perteneciente a la colección de la Biblioteca y Archivo Histórico Emilio Held Winkler, Santiago

Held, E. 1986a. *Ensayo histórico de la comuna de Puerto Octay*. Santiago de Chile: Instituto Geográfico Militar.

Held, E. 1986b. *Crónica de las primeras escuelas fundadas por los colonos alemanes en la Colonia de Llanquihue*. Santiago de Chile: Instituto Geográfico Militar.

Jordan-Bychkov, T.G., 1985. *American Log Buildings: An Old World Heritage*. Chapel Hill: The University of North Carolina Press.

Liga Chileno Alemana. 1950. *Los Alemanes en Chile en su primer centenario: resumen histórico de la colonización alemana de las provincias del Sur de Chile*. Santiago de Chile: Liga Chileno-Alemana.

Loewe, L. 1969. *Schlesische Holzbauten*. Düsseldorf: Werner.

Matthews, M. 1993. *Valdivia en Madera y Metal*. Santiago de Chile: El Kultrún.

Montecinos, H. 1981. *Arquitectura Tradicional de Osorno y La Unión*. Santiago de Chile: Universidad de Chile.

Moser, J. 2011. *German-Chilean Rural Architecture. Colonial and vernacucular impacts on territory and architecture in the colony Llanquihue in Chile 1850-90* (Diplom). Technische Universität Berlin, Berlin.

Ortega, O. y P. Hermosilla. 1994. Puerto Octay. *Estudio de la imagen y de los Patrones de Diseño Arquitectónico*. Santiago de Chile: Universidad de Chile, Departamento de Diseño Arquitectónico.

Prado, F. y R. D'Alençon. 2014. *Eingewanderte Baumeister: Architekturtransfer zwischen Deutschland und Chile*, 1st ed. Berlin: Dom Publishers.

S/A, 2010. Matzner ancestral family From Puerto Octay, Chile. [Video]. En línea (acceso Enero 2012) http://www.youtube.com/watch?v=JqmUrvGU-vM&feature=player_embedded

Solari F. 2012. *Casa Andler en Playa Maitén: de bohemia a Chile, la reconfiguración del sistema constructivo blockhaus*. (Taller de investigación). Santiago de Chile: P. Universidad Católica de Chile.

Vidal, E. 2009. Entrevista a Frida Haase. Dueña del Hotel Haase de Puerto Octay quien relata los inicios del Hotel, antecedentes histórico-familiares. Video Archivo Histórico de Eduardo Vidal. En línea (acceso Enero 2012) http://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=8pFKZgFPFIU

El uso del hormigón armado en los sistemas estructurales de los edificios residenciales modernos del Área Metropolitana de Barcelona

César Díaz
Còssima Cornadó
Sara Vima

El hormigón armado fue, sin duda, el material de construcción de aplicación más extendida entre los nuevos materiales aparecidos en el siglo XX. Desde su incipiente uso a principios de dicho siglo, ligado a la comercialización de las patentes Hennebique, Monier y algunas otras, su utilización siguió un trayectoria siempre ascendente, sustituyendo progresivamente la aplicación de otros materiales u otras técnicas ya fueran tradicionales o de reciente aparición. Se tratará en estas páginas de una de sus aplicaciones en dónde con mayor nitidez se puede descubrir un importante punto de inflexión en su proceso de progresiva implantación. Nos referimos a los edificios de uso residencial, y entre ellos a los construidos a partir de mediados del siglo XX, periodo en que se inició en España el fuerte flujo inmigratorio interno campo-ciudad que concentró una ingente cantidad de población en unas cuantas ciudades y sus entornos, Barcelona entre ellas, multiplicando las necesidades de nuevas viviendas. Esta situación coincidió además con los años del boom turístico y la subsiguiente construcción acelerada de hoteles y edificios de apartamentos. Y coincidió también con el acceso masivo de un importante sector de población a las condiciones económicas que les permitió la adquisición de una nueva primera o segunda residencia.

Con anterioridad al siglo XX las casas y los edificios de viviendas en general, se construían casi exclusivamente con muros de tierra, piedra o ladrillo, utilizando como aglomerante el mortero de cal. Sus forjados eran a base de vigas y viguetas de madera o hierro con entrevigados de bovedillas de piezas cerámicas, mortero o entablonado de madera. Pero estas técnicas, en mayor o menor grado, se abandonaron a lo largo del siglo XX hasta su práctica desaparición, con la única y parcial excepción de los muros de fábrica de ladrillo. Por otra parte, las estructuras porticadas metálicas, la nueva técnica que tuvo su inicial aplicación en España en edificios residenciales a mediados del siglo XIX, nunca llegó a tener un nivel de aplicación apreciable, ni en España ni en Europa, en edificios de uso residencial.

Se constata, por tanto, que la implantación del hormigón armado a lo largo del pasado siglo fue progresiva, produciéndose un importante punto de inflexión en su uso a partir de los años posteriores a mitad de siglo. Constituyen ejemplos pioneros de la aplicación del hormigón armado durante este periodo los edificios de la plaza cívica del barrio de Montbau en Barcelona construidos en 1959, uno de ellos aplicando una solución piloto de grandes paneles prefabricados (figura 1, fotos inferiores), y la construcción hacia 1957 del edificio de 14 plantas con muros portantes de hormigón armado encofrado in situ en la manzana Escorial del barrio de Gracia, el más alto construido hasta en entonces en dicha Ciudad. (figura 1, foto superior derecha). En los años anteriores a la construcción de estos edificios, su uso no llegó a alcanzar unos niveles de intensidad y sistematicidad importantes.



Figura 1
Ejemplos de aplicaciones en edificios residenciales de estructuras de hormigón armado en los años 50 del s. XX. Imagen superior derecha (Díaz y Ravetllat 1989), imágenes restantes autoría propia

El uso del hormigón armado en las estructuras porticadas y en los forjados planos

La primera tipología estructural en hormigón armado que se asocia a los edificios residenciales modernos es la formada con pórticos de pilares y jácenas de canto. Los pilares se apoyaban generalmente en zapatas aisladas dimensionadas en función de la carga transmitida a través de los forjados y de la tensión admisible del terreno. Cuando dicha tensión era muy baja, la cimentación pasaba a ser una losa continua rígida o un sistema de pilotes con sus correspondientes encepados. En una primera época, las jácenas de canto daban apoyo directamente a las viguetas, si bien fue mucho más habitual formar nudos semirrígidos hormigonando conjuntamente las jácenas y el forjado una vez dispuestas las viguetas de hormigón o los elementos resistentes de los forjados cerámicos. De todas formas, esta tipología estructural con jácenas de canto, aplicada desde los inicios de los años 60 en algunos de los grandes conjuntos residenciales de la época, obligaba a conjugar la distribución de las viviendas con la localización de los cantos de las vigas. Esta circunstancia, junto al ahorro que significaba la eliminación de los encofrados verticales para conformar los cantos impulsó la progresiva adopción, de otros tipos estructurales que incorporaban forjados totalmente planos, sin vigas de canto. Entre dichos tipos cabe distinguir dos modelos diferentes: uno de ellos, a base de jácenas planas de hormigón armado de canto coincidente con el del forjado, asociado a forjados cerámicos o a semiviguetas de hormigón armado o pretensado, y el otro a base de forjados planos de hormigón armado, generalmente con nervios en dos direcciones ortogonales y casetones huecos de mortero o cerámica denominado «forjado reticular», el cual, asociado a pilares de hormigón armado, ha sido la tipología estructural más intensamente aplicada en los edificios residenciales con más de 5 o 6 plantas de altura a lo largo de la segunda mitad del siglo XX y principios del actual (figura 2).

De hecho, ya a principios de los años 70 las estructuras de hormigón armado a base de pilares de hormigón y forjados reticulares o con jácenas planas eran ya las más utilizadas en edificios residenciales, no sólo por las razones anteriormente expuestas sino también porque la opción de la tradicional solución estructural del muro de carga de fábrica de ladrillo resultaba de resolución más compleja dadas las exigencias tensionales y de concepción global impues-

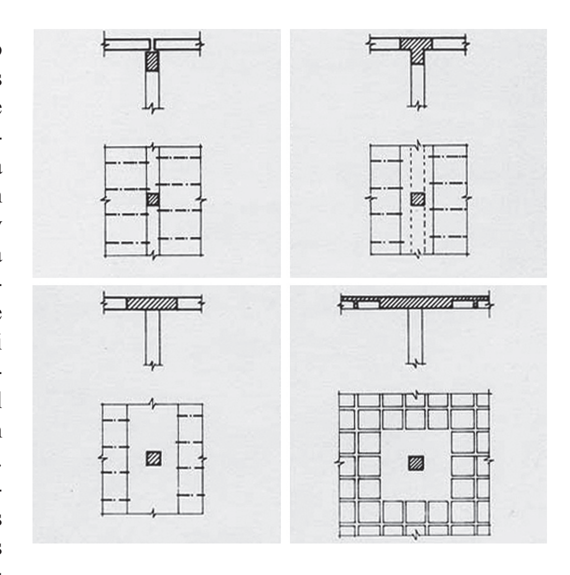


Figura 2
Tipología de los forjados a base de hormigón armado en la segunda mitad del s. XX (Díaz 1986)

tas por las sucesivas normativas referentes a dicha técnica, concretamente la MV-201 vigente desde 1972 y la NBE-FL-90 vigente desde 1990. Esta circunstancia no tuvo paralelismo en las estructuras de hormigón armado, cuyo marco normativo, trazado por las sucesivas Instrucciones aparecidas a partir del año 1972 no obstaculizaron su aplicación creciente, a pesar de las sucesivas innovaciones y exigencias que progresivamente fueron incorporando.

Si bien, como se ha expuesto, tanto las estructuras con forjados reticulares como las de jácena plana fueron las técnicas dominantes a partir de los años 70, se constata una evolución diferente entre ambas, puesto que las jácenas planas tuvieron una aplicación decreciente, imponiéndose progresivamente el uso de los forjados reticulares, debido a la existencia de una mano de obra abundantísima especializada en su puesta en obra y a la existencia y consolidación de un sector comercial, suministrador de los casetones, altamente competitivo. En cambio, la jácena plana, asociada necesariamente a forjados de viguetas o cerámicos, redujo progresivamente su presencia en las obras, si bien mantuvo un cierto ámbito de aplicación en las de reducido volumen.

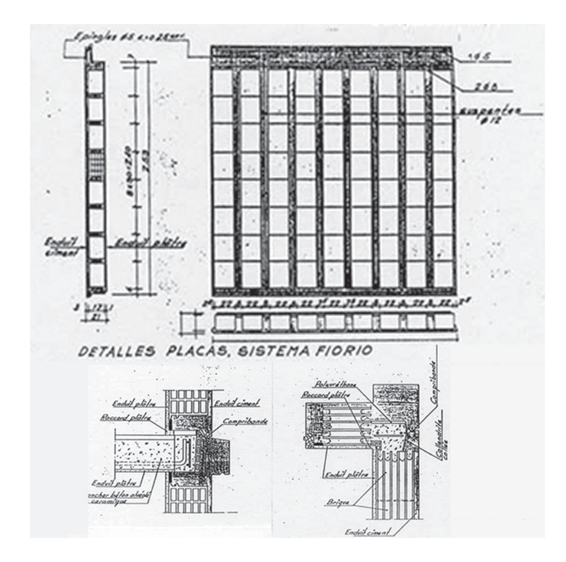


Figura 3
Detalles de los paneles nervados, de sus uniones y de la pieza cerámica básica características del Sistema FIORIO (Díaz 1986). Fuente original: informe técnico sobre el grupo Espronceda de Sabadell (Barcelona) de X. Valls, arquitecto

El uso del hormigón armado en los sistemas cerrados a base de grandes paneles prefabricados

Los sistemas a base de grandes paneles prefabricados de hormigón armado conformados a pié de obra fueron los más utilizados para la construcción de los grandes conjuntos de vivienda masiva en los países europeos desde los años posteriores a la segunda guerra mundial hasta el advenimiento de la crisis de la energía a mediados de los años 70, con mayor intensidad en los países socialistas de economía centralizada. De todas formas, su impacto en el sector de la construcción española en los años del boom edificatorio iniciado a finales de los años 50 fue menor del que en principio cabría esperar, debido fundamentalmente a los bajos costos de la mano de obra que compensaban las economías conseguidas con los aumentos de productividad derivados de la industrialización de los procesos. Concretamente, de las aproximadamente 750.000 viviendas de primera residencia construidas en el Área Metropolitana de Barcelona durante el periodo 1950-1975, sólo unas 15.000 se construyeron con dichos sistemas. De hecho, en realidad, sólo fueron aplicados en un reducido número de grandes conjuntos de viviendas, utilizando dicha denominación para las agrupaciones de tamaño superior a los 600 alojamientos.

El primer grupo de viviendas en donde se utilizó un sistema de grandes paneles de forma sistemática fue en el polígono Espronceda de Sabadell, construido durante los años 1962 a 1964. En dicho polígono, las 1060 viviendas que se programaron fueron distribuidas en bloques de 10 y 5 plantas, utilizando el denominado sistema FIORIO, de patente italiana, en el cual un solo modelo de pieza cerámica servía a la vez de encofrado de los nervios resistentes y de aligerante de los paneles nervados conformados en moldes horizontales y enlazados in situ a través de uniones de simplificada resolución, objeto de problemas de oxidación de sus armaduras al cabo de pocos años de su ejecución (figura 3).

El conjunto de mayor tamaño construido en el Área Metropolitana de Barcelona utilizando un sistema de grandes paneles de hormigón armado fue el polígono Bellvitge en L'Hospitalet de Llobregat, iniciado el en 1965 coincidiendo con la abertura de la

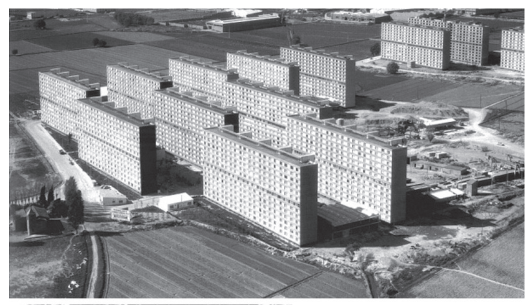




Figura 4
Edificios en bloque y torre del barrio de Bellvitge. Imagen superior (Ayuntamiento de Barcelona 2011), imagen inferior autoría propia

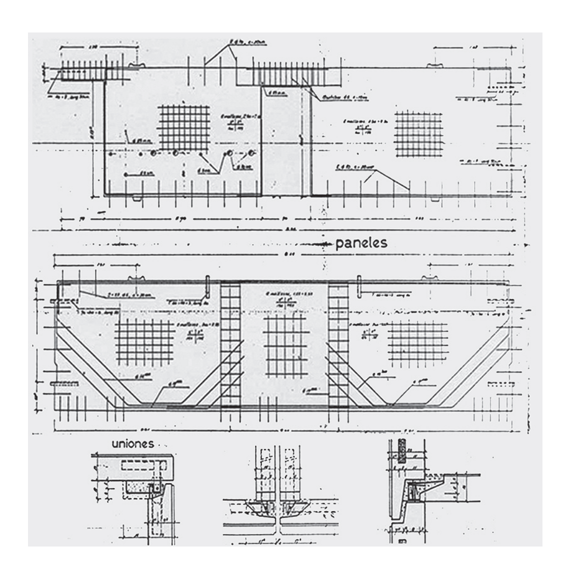


Figura 5
Planos de armado de paneles y detalles de uniones del Sistema ESTIOT utilizado en el polígono de Bellvitge (L'Hospitalet de Llobregat, Barcelona) (Díaz 1986). Fuente original: Plano del Proyecto del Grupo Bellvitge, J. Salichs arquitecto

factoría SEAT en la Zona Franca de Barcelona. El polígono se proyectó inicialmente para 12.000 viviendas, con la idea de que fuera de los mayores de Europa del momento, si bien dicho planteamiento no llegó a alcanzar sus fines debido a la importante oposición vecinal que generó las carencias de dotaciones de servicios públicos y de urbanización que acompañó las primeras fases de su construcción. A pesar de ello, llegó a ser uno de los conjuntos residenciales de mayor tamaño de España. Unas 10.000 viviendas fueron construidas a lo largo de unos 12 años, distribuidas en bloques lineales de 13 plantas de altura con accesos verticales en cada uno de los módulos de dos viviendas por planta, y torres de 18 plantas con 4 viviendas en cada planta (figura 4). Los sistemas utilizados fueron el ESTIOT en los bloques lineales de 13 plantas y el LARSEN & NIELSEN para las torres de 18 plantas, En algunos edificios dichos sistemas se combinaron con el sistema de grandes encofrados PROCO y con forjados de tipo cerámico. El sistema ESTIOT era de los llamados de «primera generación», con juntas anchas que constituían prácticamente una subestructura propia (un 4% del total de hormigón del edificio) (figura 5), mientras el LARSEN & NIELSEN, más evolucionado, con juntas más delgadas, se dispuso sólo en las fachadas de las 2 torres de 18 plantas realizadas en la fase final de la construcción del barrio (figura 6). Las piezas se fabricaban en la factoría montada ex-profeso dentro del recinto de la obra, se hormigonaban y vibraban en moldes horizontales, se transportaban a pie de bloque en camiones especiales y se elevaban con grúas-torre de 120 mT (metros-tonelada) desplazables sobre raíles paralelos a los bloques lineales, consiguiéndose ritmos de producción de 3-4 viviendas/día.

La actual Ciutat Badía, con sus 5.372 viviendas, fue la promoción de vivienda pública de mayor tamaño realizada en Catalunya utilizando mayoritariamente un sistema cerrado de grandes paneles de hormigón armado. Los edificios se iniciaron en 1971 y el conjunto se concibió como una gran unidad residencial autónoma entre las poblaciones de Sabadell, Cerdanyola y Barberà del Vallès. Del total de viviendas citado, 4.829 fueron construidas aplicando el sistema de origen francés denominado TRACOBA, similar en sus características fundamentales al sistema ESTIOT utilizado en Bellvitge, si bien más evolucionado en aspectos de puesta obra (figura 7). La utilización de dicho sistema,

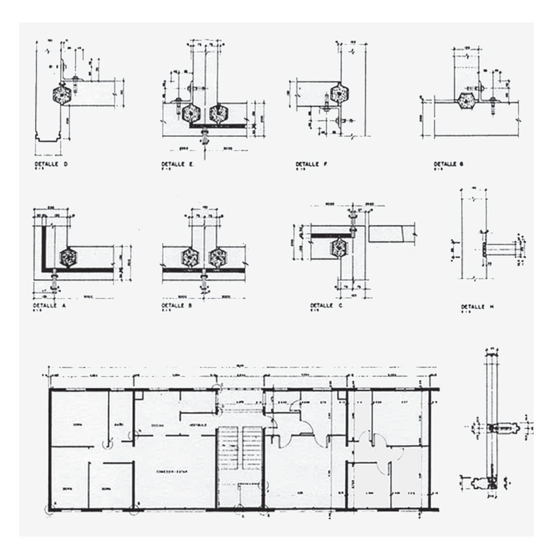


Figura 6
Detalles de uniones del sistema Larsen &Nilsen utilizado en el Grupo Fontsanta de Cornellà del Llobregat (Barcelona) (Díaz 1986). Fuente original: Gabinete técnico del Sindicato Nacional de la Construcción 1976

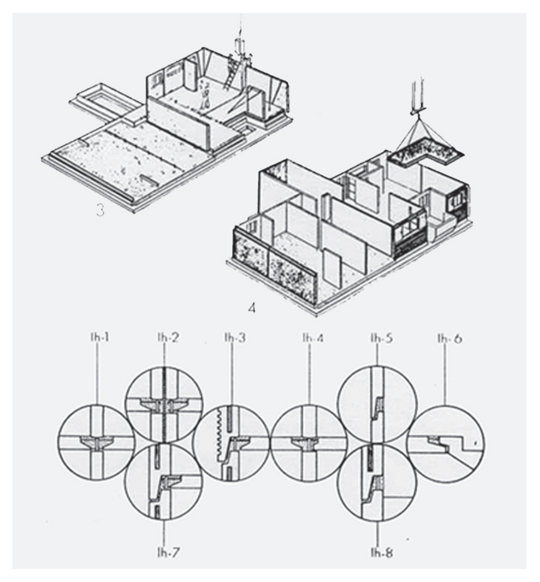


Figura 7
Proceso de montaje y detalles de uniones del sistema TRACOBA utilizado en Ciutat Badia(Barcelona) (Diaz 1986). Fuente original (Del Águila 1973)

ya experimentado y aplicado en otros conjuntos por el equipo técnico redactor del proyecto, permitió que en sólo dos meses y medio se formalizara dicho documento, y permitió además cumplir prácticamente con el plazo para la terminación de las obras, previsto en principio en 18 meses.

Los paneles del sistema TRACOBA conformaban la totalidad de los muros de carga, forjados y fachadas de los edificios, enlazándose a través de un sistema de juntas gruesas hormigonadas in situ, que preveían la transmisión a través de los propios paneles de la totalidad de los esfuerzos debidos a las cargas gravitatorias y a las acciones del viento hasta la cimentación. Los espesores de dichos elementos variaban según su función, sus dimensiones globales y las solicitaciones mecánicas previstas. Como valores indicativos cabe citar los siguientes: 15 cm. para los muros resistentes interiores, de 16 a 18 cm. para las losas de los forjados, y de 20 a 23 cm. para las fachadas, las cuales incluían en su interior un grosor de 3 cm. de poliestireno expandido para incrementar su aislamiento térmico.

Los paneles del sistema se disponían en dos tipos diferentes de módulo edificatorio, uno en forma de estrella de tres brazos, 6 viviendas en cada planta y 5 plantas de altura, con un acceso central dotado de una escalera de caracol muy singular, y el otro, en forma de bloque lineal de 4 viviendas en cada planta y altura variable de 9 a 11 plantas provistas de ascensor (figura 8)

El aspecto más remarcable que cabe señalar referente al comportamiento en uso del sistema de prefabricación utilizado no se refiere tanto a sus características mecánico-estructurales —que con el tiempo han demostrado su correcta concepción y dimensionado— sino a las insuficiencias de origen higrotérmico de los paneles de fachada, con la presencia de puentes térmicos en los bordes de las piezas que propiciaron numerosos daños derivados de la formación de condensaciones capilares en las proximidades de los paramentos interiores de los paneles.

La otra promoción importante concebida en el Área Metropolitana de Barcelona con la aplicación de un sistema de grandes paneles de hormigón armado fue el grupo de 577 viviendas denominado Vall-Roig, en Cerdanyola del Vallès, iniciado el año 1974, coincidiendo prácticamente con del inicio de la crisis de la energía que puso fin al modelo desarrollista ini-





Figura 8
Bloques lineales altos de 10 a 12 plantas y bloques en estrella de 5 plantas realizados con el Sistema TRACOBA en Ciutat Badía (Barcelona). Imágenes autoría propia

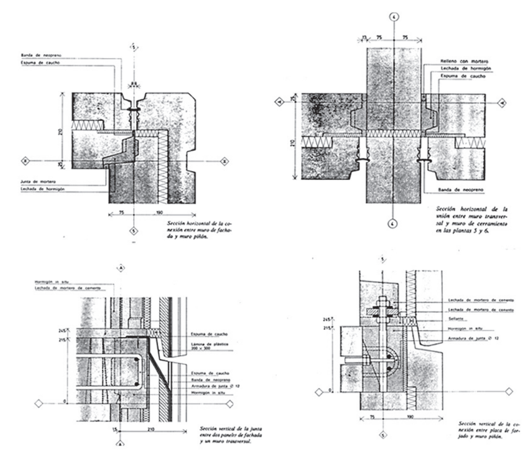


Figura 9
Detalles del sistema denominado MODULBETON previsto para su aplicación al conjunto Vallroig (Cerdanyola del Vallès, Barcelona) (Nissen 1976)

ciado a finales de los años 50. Crisis que se presentó de forma absolutamente imprevista y que acabó con las grandes promociones que permitían las economía de escala necesarias para la amortización de los sistemas a base de grandes elementos prefabricados. Concretamente, el marco de producción del sistema aplicado en Vall-Roig se distinguía de los anteriores al ser ésta la primera promoción en que los paneles procedían de una factoría fija, localizada concretamente en Els Monjos, preparada para suministrar paneles a precios competitivos en un radio que abarcaba todas las poblaciones del Área Metropolitana de Barcelona. La patente inicialmente adoptada fue la danesa JESPERSEN, si bien en el proceso de preparación y estudio para la adaptación del sistema se introdujeron muchas modificaciones hasta configurar un sistema propio, que se denominó MODULBETON. En las soluciones de detalle se percibe un nivel de resolución de las juntas y nudos mucho más elaborado que los anteriores con el fin de facilitar el posicionado manteniendo las franquicias de colocación, asegurar la estanqueidad y romper los puentes térmicos, aspecto este último llevado prácticamente al extremo tanto en las juntas como en la sección de los paneles exteriores, en donde se eliminaban totalmente los nervios de borde (figura 9). El conjunto de Vall-roig fue la única promoción importante a cargo de la mencionada factoría, diseñada en principio para una capacidad de producción de unas 3.000 viviendas/año, lo cual no permitió la amortización de la inversión inicial, al coincidir de lleno con el periodo de recesión de la demanda iniciado el año 1973.

El hormigón armado en las estructuras a base de grandes encofrados

El uso de grandes encofrados «in situ» fue, junto con los sistemas prefabricados a base de grandes paneles, otro de procedimientos usados para la construcción de grandes conjuntos habitacionales. Las aplicaciones más significativas tuvieron lugar durante la década 1970-1980, destacando entre ellas la llevada a cabo en el barrio de La Mina (1971-72) en Sant Adrià del Besós (Barcelona), un conjunto de 2.727 viviendas de promoción pública, de las cuales 2.214 se construyeron usando grandes encofrados-túnel de las patentes HUNNEBECK y BLAW-KNOX (figura 10). Los edificios se proyectaron en forma de bloques lineales de 5, 8 y 10 plantas de altura y longitudes que oscilan entre los 105 y los 200 metros. La disposición lineal de los módulos facilitaba el des-

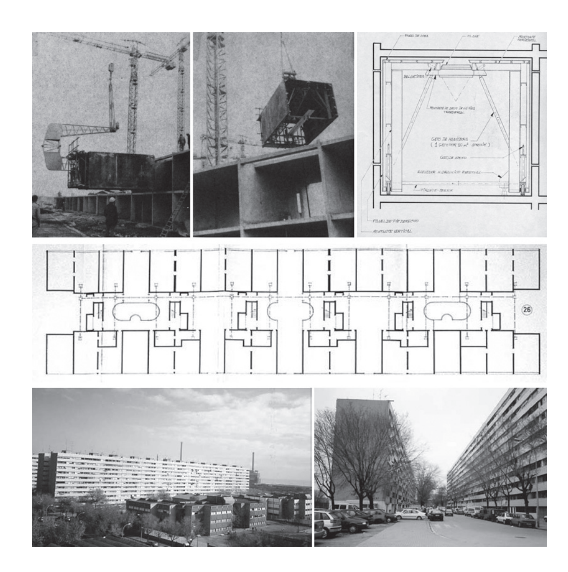


Figura 10
Aplicación del sistema de encofrados túnel Hunnebeck utilizado en los edificios del barrio de La Mina (S. Adrià del Besòs, Barcelona). Dos fotos superiores, extraídas de DVD realizado por el Patronato Municipal de la Vivienda de Barcelona. Gráfico superior derecha (Díaz 1986), fuente original: trabajo escolar realizado por J. Costa, F. Daumal, R. Fernández. Gráfico intermedio: plano de archivo del Patronat Municipal de l'Habitatge de Barcelona (PMHB). Fotos inferiores autoría propia



Figura 11
Uso de los sistemas con encofrado túnel en el polígono Canyelles (Barcelona) y en Constantí (Tarragona). Autoría propia

plazamiento sobre raíles de las grandes grúas elevadoras de los encofrados. Este conjunto fue la primera gran experiencia en Catalunya de la aplicación de dicha técnica, consiguiéndose ritmos de ejecución de hasta 10 viviendas/semana.

Las razones que justificaban la elección de dicha técnica frente a las técnicas de prefabricación de grandes paneles eran sin duda la versatilidad que permitía a las operaciones de puesta en obra del hormigón frente a las exigencias de los costos de la factoría fija a pié de obra o de transporte de los sistemas a base de grandes paneles. En este sentido, se calculaba que con la construcción de aproximadamente 500 viviendas los costos de amortización de los encofrados quedaban cubiertos, pudiéndose usar en posteriores promociones. Por otra parte, con dicha técnica se conseguían economías complementarias más difíciles de conseguir con otras técnicas, tales como la doble función estructural y de cerramiento de un porcentaje importante de divisiones interiores, la previsión del paso de instalaciones por techos y paredes de los propios encofrados y la práctica eliminación de los enyesados.

Al conjunto de La Mina siguió la construcción del barrio Canyelles en Barcelona (1973-74), en el que 1800 viviendas de un total de 2.400 viviendas fueron construidas con la mencionada técnica de los encofrados túnel, si bien incorporando en algunas de ellas la variante en semi-túnel de las patentes OUTINORD y SECTRA, con enlace articulado en el centro de la mesa horizontal del encofrado, lo cual aligera el peso de las piezas, facilitando con ello su elevación, posicionado y extracción posterior (figura 11). La mayor parte de los edificios adoptan en este barrio la forma de torres exentas con acceso vertical puntual y altura variable comprendida entre las 7 y las 14 plantas. Las perceptibles variaciones de volumetría de dichos edificios se consiguen jugando con la posibilidad de variar la longitud de los túneles tanto en altura como en cada una de las plantas tipo. En contraste con estos edificios, junto a ellos se construyó también con la técnica del encofrado túnel, un edificio de 488 viviendas, constituido por 16 módulos yuxtapuestos, siguiendo un esquema de agregación lineal prácti-

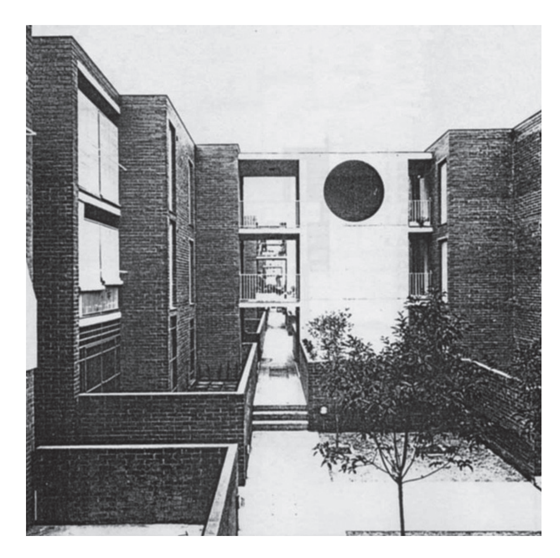


Figura 12
Dos aplicaciones evolucionadas de los sistemas de encofrado-túnel en Canovellas y Bellvitge. Imagen superior Canovellas (Díaz Ravetllat 1989). Imagen inferior Bellvitge, autoría propia

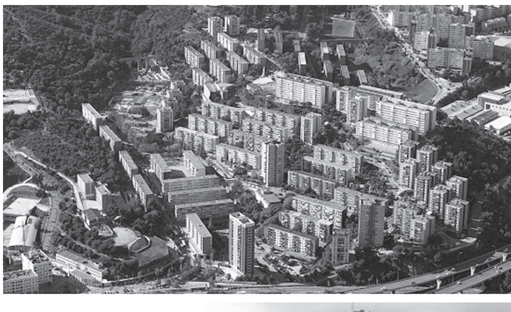




Figura 13
Edificios realizados con muros de carga de hormigón armado en el grupo Ciudad Meridiana de Barcelona. Imagen superior (Ayuntamiento de Barcelona 2011). Imagen inferior extraída del blog «A tour around the informal Barcelona»

camente idéntico al utilizado en el barrio de La Mina. El edificio alcanza una longitud total de 276 metros la cual, sin llegar a los 400 metros del bloque lineal ubicado en Vandoeuvre (Nancy), lo hace probablemente el bloque lineal de mayor longitud construido en España hasta nuestros días.

En el conjunto de 600 viviendas construido en Constantí (Tarragona) en estos mismos años (1973-74), coincidiendo con la instalación en la población de una nueva refinería petrolera, se aplicó igualmente la técnica del encofrado túnel, si bien la disposición de los edificios fue significativamente diferente a los anteriores puesto que se agruparon conformando 5 manzanas cerradas con edificios de 4 y 5 plantas a base de módulos de dos viviendas por planta y acceso vertical (figura 11). Los encofrados en semitúnel utilizados, de las patentes OUTINORD y SECTRA, eran similares a los utilizados en algunos edificios del grupo Canyelles.

Las aplicaciones posteriores de la tecnología del encofrado túnel fueron escasas en número y de menor tamaño que las anteriores. Cabe destacar entre ellas el conjunto de 170 viviendas construido en Canovelles hacia 1980, en donde la geometría lineal de los bloques supera la rigidez formal marcada por la yuxtaposición de los encofrados recurriendo hábilmente al juego volumétrico sugerido por los desniveles del terreno y a la singularización visual de los paneles situados junto a los accesos verticales (figura 12). Ha sido, precisamente, esta técnica la que más ha perdurado entre las de grandes encofrados, aplicándose de forma diseminada en numerosos edificios, algunos de ellos con un marcado perfil de singularidad arquitectónica, como el del equipamiento hotelero situado en el barrio de Bellvitge en L'Hospitalet de Llobregat (figura 12).

El uso de los grandes encofrados verticales para la conformación de los muros de carga sin formar parte de un sistema túnel tuvo escasa aplicación. De hecho, mención aparte del incipiente uso de dicha técnica en algunos edificios del barrio de Montbau y la calle Escorial de Barcelona citados anteriormente, sólo se aplicó de forma sistemática en las primeras fases del populoso grupo de viviendas Ciudad Meridiana, de esta misma Ciudad, iniciado hacia mediados de los años '60 y que en un periodo de unos 10 años alcanzó las 3.500 viviendas, hallándose aún en plena expansión (Figura 13)

Las estructuras de hormigón armado en sus aplicaciones más recientes

Si bien en los edificios industriales se ha alcanzado elevados niveles de aplicación de sistemas industrializados, no ha sido mucha la innovación tecnológica aplicada en los edificios residenciales en estos últimos años. El ejemplo más patente de este hecho lo constituye sin duda el escaso uso de los sistemas a base de pilares y jácenas prefabricados. Dichos sistemas habían tenido como precedente la introducción de la patente italiana STRUCTURAPID hacia los años 60 (figura 14), la cual se aplicó como experiencia piloto en uno de los bloques del polígono Sant Ildefons de Cornellà de Llobregat y, entre otros, a algunos edificios de promoción pública tales como los del grupo Carlos Trías en el barrio de la Trinidad en Barcelona. De todas formas, la insuficiencia de rigidez de los nudos detectada en varias promociones y las escasas ventajas sobre los sistemas convencionales redujeron hasta su extinción el uso del sistema.

Finalmente, por que se refiere a estos últimos años, no ha sido muy abundante la aplicación de sistemas estructurales con altos índices de industrialización que tendieran a potenciar el montaje de componentes in situ y a reducir la conformación manual de las unidades de obra. A pesar del impulso que ha recibido esta concepción tecnológica por parte de las instituciones, tan solo unas escasas iniciativas empresariales, acompañadas del empeño de unos cuantos estudios profesionales han conseguido materializar el propósito con realizaciones de indudable interés. Cabe distinguir entre ellas la construcción de algunos edificios en bloque con el sistema INDAGSA, en los que se combinan paneles prefabricados verticales para la conformación de los muros de carga y los cerramientos exteriores, con el uso de sistemas convencionales en los forjados (figura 15). Y cabe distinguir igualmente las realizaciones a base de módulos prefabricados tridimensionales trasladados completamente equipados a la obra, con los que se consiguen elevados ritmos de producción y una alta variedad tipológica.

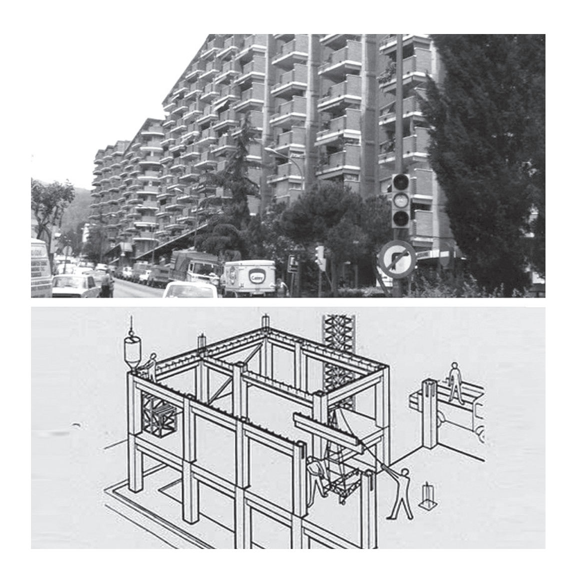


Figura 14
Componentes de los sistemas STRUCTURAPID aplicado en los edificios del grupo Carlos Trías de Barcelona. Imagen superior autoría propia. Imagen inferior (Díaz 1986), fuente original MANUAL STRUCTURAPID



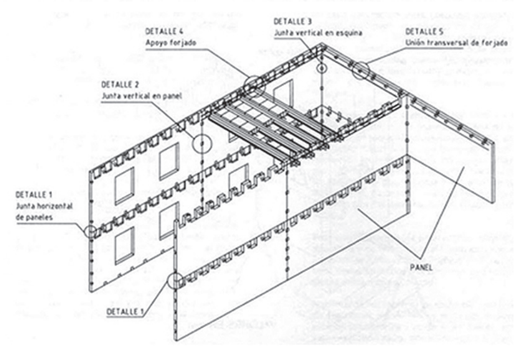


Figura 15
Componentes del sistema INDAGSA aplicado en edificios del barrio del Besòs de Barcelona. Imagen superior autoría propia. Imagen inferior Documento de Idoneidad Técnica Sistema CIDESA

Lista de referencias

AA.VV. 1973. *Evolución de la técnica del hormigón armado en los últimos veinticinco años.* Madrid: Tetracero.

AA.VV. 1978. «Las empresas y la política franquista de industrialización». *Revista CAU*, 48 de marzo-abril.

AA.VV. 1991. *Jornades tècniques sobre el ciment aluminós i els seus prefabricats*. Libro de Ponencias. Col·legi d'Aparelladors i Arquitectes Tècnics de Barcelona.

Ayuntamiento de Barcelona, 2011. *Barcelona: Memoria desde el Cielo*. Ayuntamiento de Barcelona.

Bellmunt, R. 2000. *El uso estructural del hormigón armado en edificación.* Manual de diagnosis e intervención en estructuras de hormigón armado. Col·legi d'Aparelladors i Arquitectes Tècnics de Barcelona.

Crivillés, S. 1934. *Manual teòric-pràctic per a la determinació d'elements en ciment armat*. Barcelona: Ed. Industria Gràfica Alen, Domingo & Cia.

Del Aguila, A. 1973. «La industrialización de la edificación y sus influencias multiples». *Hogar y arquitectura : revista bimestral de la obra sindical del hogar*, 105: 73.

Del Aguila, A. Mayo de 1974. *La prefabricación aplicada a España*. Madrid: Colección Cuadernos de Gabinete Técnico del Sindicato Nacional de la Construcción. Departamento de Industrialización.

Diaz, C. 1986. *Aproximació a l'evolució i al comportament derivat de les tècniques constructives utilitzades en els tipus edificatoris exempts destinats a habitatge econòmic a Catalunya (periode 1954-1976).* Tesis doctoral. Universitat Politècnica de Catalunya. Barcelona.

Diaz, C. y P. J. Ravetllat. 1989. *Habitatge i tipus a l'arquitectura catalana: singularitat i juxtaposició del tipus en edificis en altura*. Barcelona: Col·legi d'Arquitectes de Catalunya.

Diaz, C. 2002. *Principales problemas de patología en las construcciones de hormigón armado***.** Evaluación y rehabilitación estructural de edificios. Monografía CIMNE 65 pp. 17-30.

Domínguez, S. 1966. «Prefabricación con grandes elementos. El polígono de Bellvitge». *Materiales, Maquinaria y Métodos para la Construcción*, 34.

Fernández, J.M. 1976. *Realizaciones de la Obra Sindical del Hogar.* Madrid. Construcción industrializada. Gabinete Técnico del Sindicato Nacional de la Construcción.

Majó, N. 1973. «Reflexiones sobre el caso de las piritas del Maresme». *Materiales de Construcción,* 150 y 151.

Manino. E. 1978. «Inventario de técnicas industrializadas». *Revista CAU,* 48 de marzo-abril.

Nissen, H. 1976. *Construcción Industrializada y diseño modular*. Barcelona: Editorial Blume,

Paricio, I.; Luchetti, A. 1978. «Perspectivas en la industrialización». *Revista CAU,* 48 de Marzo-Abril.

Rosell, J. 2000. *Los inicios del hormigón armado: de las patentes a las normativas de uso.* Manual de diagnosis e intervención en estructuras de hormigón armado. Col·legi d'Aparelladors i Arquitectes Tècnics de Barcelona.

Segura, M. 1976. *Estructuras para viviendas sociales.* Estructuras de hormigón en edificaciones urbanas e industriales. Editores Técnicos Asociados, S.A., pp. 93-137.

Tabera, A.; J.M. Tomé; M. Segura; et al. 1976. «Estructuras de hormigón en edificaciones urbanas e industriales». Ponencias presentadas en *Estructuras de hormigón,* organizado por la revista *Materiales, Maquinaria y Métodos para la Construcción Editores*. Barcelona: Técnicos Asociados.

Construcción de armaduras de cubierta en la arquitectura industrial española: el caso de Valladolid (1850-1936)

Francisco Javier Domínguez Burrieza

En 1851, surgía la idea de construir lo que años más tarde acabaría siendo el «Puente Colgante» de Valladolid. En octubre de 1852, el ingeniero Andrés de Mendizábal presentaba un diseño de puente colgante para pasar, en 1853, al sistema «Vergniais», también colgante. Paralizadas las obras en los estribos en 1854, la idea de un puente colgante finalmente se desechó. Una década más tarde, en 1864, el ingeniero Lucio Valle fue el encargado de diseñar, aprovechando lo ya construido, un nuevo puente. Valle eligió el sistema «bowstring», encargándose de la realización de los trabajos los talleres de Henderson Porter (Birmingham). Los ingenieros Carlos Campuzano y Antonio Borregón se encargaron de supervisar las obras de montaje para dar por inaugurado el primer puente en España construido bajo el sistema «bowstring» el 19 de abril de 1865 (Virgili, 1979, 258 – 260). Con esta obra, Valladolid se situaba en una posición privilegiada dentro del ámbito del diseño y la construcción arquitectónica e ingenieril en hierro, y es que el segundo proyecto de Mendizábal fue el primero en España en utilizar el sistema «Vergniais» y el cuarto en Europa, mientras que el de Valle se convirtió, como ya hemos mencionado, en el primer puente de nuestro país en utilizar el sistema «bowstring» (Navascués 2007, 62 – 64). Valladolid se situaba, entonces, en primera línea de la vanguardia constructiva, nacional e internacional, utilizando nuevos materiales. A ello debemos sumar los trabajos en hierro realizados en terrenos de la estación de ferrocarril, como el depósito de locomotoras, único en su clase, e, incluso, la preocupación por construir una serie de mercados cubiertos, también de hierro, en la ciudad.

Mercados y mataderos

A partir de 1856, en Valladolid surgen varias tentativas para llevar a cabo la instalación de una serie de mercados que pudieran satisfacer las necesidades de la ciudad (Virgili 1979, 245). Desde el punto de vista proyectual, será en 1858 cuando veamos los primeros diseños de mercados cubiertos.[1] El arquitecto municipal, Epifanio Martínez de Velasco, firmaba los planos de lo que debían ser los mercados de las plazas de Portugalete y de la Rinconada entre los meses de noviembre y diciembre de 1858 (Redondo 1999, 145). Tales proyectos no sugerían, desde el punto de vista constructivo y material, novedad alguna. En cuanto a las cubiertas, la madera continuaba siendo la protagonista. El manejo del hierro desde los inicios de la instalación del vallisoletano Puente Colgante podía haber influido en la configuración de los mercados de Martínez de Velasco, pero no fue así (Redondo 1999, 145). El mismo caso lo encontramos en un nuevo intento de construcción de mercados en 1861, otra vez por parte de Martínez de Velasco, y en febrero de 1862, por el nuevo arquitecto municipal, Martín Saracíbar (Virgili 1979, 246 – 47). Este último ya sí incluía columnas de hierro colado y una cubierta acristalada en las galerías (Virgili 1979, 247),

aunque con patente inseguridad. Esto auguraba nuevos tiempos en la construcción arquitectónica vallisoletana, y en lo que en esta ocasión más nos interesa, como son las armaduras de cubierta. No por casualidad, al mismo tiempo, en febrero de 1862, el arquitecto Jerónimo de la Gándara firmaba el diseño de un mercado cubierto para la plaza de Portugalete (Domínguez 2005, 322). En él, por primera vez y dentro de esta tipología arquitectónica en Valladolid, se incluyeron cuchillos de hierro para configurar la armadura de cubierta de la gran nave central. La madera quedaba relegada a las naves laterales, más estrechas.

Lo planteado por Gándara tenía un punto en común a lo propuesto por Eugène Flachat para *Les Halles Centrales* de París.[2] Ambos se hubieran enfrentado, de haberse ejecutado sus respectivas obras, a la instalación de cuchillos de tipo Polonceau sencillo, cuyo diseño, de la misma manera, fue divulgado y popularizado, entre otros medios, por el propio Camille Polonceau a través del primer número de la *Revue genérale de l'architecture et des travaux publics* (Polonceau 1840, 27 – 32, pl. 2), dirigida por César Daly (figura 1). La misma revista publicaba, en 1854, los proyectos presentados para *Les Halles Centrales*, incluyendo, cómo no, lo ideado por Flachard (Daly 1854, pl. 2- 4), e, incluso, Daly dio a conocer a través de su revista el proyecto de mercado para la ciudad de Nancy, otra vez con el sistema de cuchillos Polonceau sencillo, en 1862 (Daly, 1862, pl. 55 – 61), año en que Gándara firmaba los planos de su mercado. En Valladolid, también desde fecha temprana sabemos que la biblioteca de la Escuela de Bellas Artes y de Maestros de Obras, Aparejadores y Agrimensores poseía dos volúmenes del Curso de Construcción de Armand Demanet (Demanet 1861 – 1865; Domínguez 2010, 43). Esta publicación incluía una lámina explicativa de lo diseñado por Polonceau. De tal manera que, al menos los profesores de dicha institución, arquitectos como Jerónimo Ortiz de Urbina o Antonio Iturralde, conocían perfectamente esta solución constructiva. Pero es que, además, en esos años ya existía ese sistema de cerchas en Valladolid, concretamente en los terrenos de la estación de ferrocarril, como veremos más adelante. Las armaduras de hierro, por tanto, eran perfectamente conocidas en la ciudad del Pisuerga.

De nuevo sobre papel, quedó el proyecto de mercado para la plaza de Portugalete del ingeniero Miguel de Bergue (Virgili 1979, 248), que ya había dejado su impronta en Valladolid con las armaduras de hierro del teatro Calderón de la Barca, inaugurado el 29 de septiembre de 1864 (P. Arregui 2005, 1: 1022 – 46; Domínguez 2009 1: 551 – 74). Desde Barcelona, en diciembre de 1865 la casa Bergue proponía la construcción de una cubierta «ligera y esbelta á la vez». El hierro se convertía, entonces, en el material idóneo, y así lo reflejaba Bergue en su memoria de obras: «Para que la arquitectura de un mercado sea sencilla, sin carecer de elegancia, su local espacioso para que se puedan colocar cómodamente y con independencia los compradores y géneros, y reunir las mejores condiciones de solidez y salubridad para que las mercancías que allí se depositen no estén á la intemperie, sin impedir la ventilación tan necesaria, es de todo punto indispensable que entre el hierro como parte principal en su construcción».[3] Efectivamente, respecto a la armadura de cubierta, Bergue presenta-

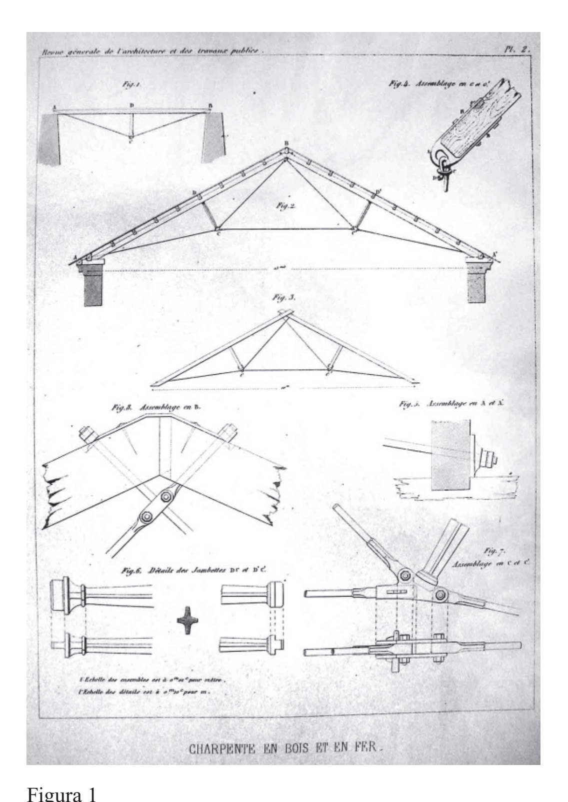


Figura 1
Lámina que representa el sistema Polonceau sencillo (Polonceau 1840, pl. 2)

ba un tinglado de hierro, cuyos cuchillos apoyaban en doce líneas de largueros de hierro de doble T, a su vez sobre dos líneas de columnas de fundición, con una luz de 18 metros para unir los dos edificios de que debía constar el mercado (Virgili 1979, 249) (figura 2). Queda claro, entonces, cómo en poco tiempo las armaduras de cubierta diseñadas en hierro se convirtieron en la única opción para la construcción de mercados cubiertos en Valladolid. Además, dichos diseños experimentaron una rápida evolución, como se demuestra en 1874 con otros dos proyectos irrealizados de mercados firmados por el ingeniero Emilio Rotondo Nicolau, los cuales habrían tomado como modelo, según sus memorias, los madrileños mercados de las plazuelas de la Cebada y Mostenses (Virgili 1979, 250; Ortega 2000, 365 – 66).[4] Así, hasta llegar a los tres definitivos mercados de hierro trazados y levantados por el arquitecto Municipal Joaquín Ruiz Sierra a partir de 1878 (Virgili 1979, 250): el del Val,[5] el del Campillo de San Andrés y el de Portugalete. De estos, solo el primero, con unos cuchillos que otra vez siguen el sistema Polonceau sencillo, continúa hoy en pie, y en todos ellos, Ruiz Sierra se fijó en lo que consideraba el primer mercado del mundo, *Les Halles Centrales* de París.

En 1915, el maestro de obras Antonio Ortiz de Urbina (Domínguez 2010) recibía el encargo de proyectar un mercado de ganado lanar para la localidad vallisoletana de Medina del Campo. En el mes de enero, el Ayuntamiento medinés, bajo la alcaldía de Mariano Fernández Molón, aprobaba las bases del concurso.[6] Convenientemente difundido a través del *Boletín Oficial de la Provincia de Valladolid* y la *Gaceta de Madrid,*[7] la única proposición en firme que se presentó al Ayuntamiento fue la del notario José María Hortelano, que contó con los servicios de Ortiz de Urbina para formar el proyecto –30 de abril–. Las bases determinaban que el mercado debía tener una capacidad, al menos, para 40.000 reses lanares, y que tras el número de años que el empresario deseara explotarlo (finalmente quince), este pasaría a propiedad del Ayuntamiento.

En principio, el terreno donde se pensaba construir el mercado debía ser cedido, gratuitamente, por el Ayuntamiento. Pero al quedar en el olvido el proyecto no hubo necesidad de utilizar los terrenos que coincidían exactamente con el cruce de caminos que dirigían a Salamanca y a Villanueva, es decir, una parte de lo que hoy conocemos como calle Isabel la Católica.

17.000 metros cuadrados se necesitaban para poner en práctica el trabajo elaborado por Ortiz de Urbina, perfecta y convenientemente estudiado y distribuido como merecía una ciudad que, como la misma memoria consideraba, era «el centro comercial más importante de la Región». A nivel estético, Ortiz de Urbina dibujó algo muy sencillo y con ciertas notas clásicas. Además, en el conjunto primaría el uso del ladrillo –entendemos que al descubierto– y el hormigón, tal y como quedaba reflejado en las condiciones facultativas.

Hortelano y Ortiz de Urbina habían pensado en doce pabellones cubiertos capaces de albergar 9.600 cabezas de ganado, otros dos descubiertos para 6.400

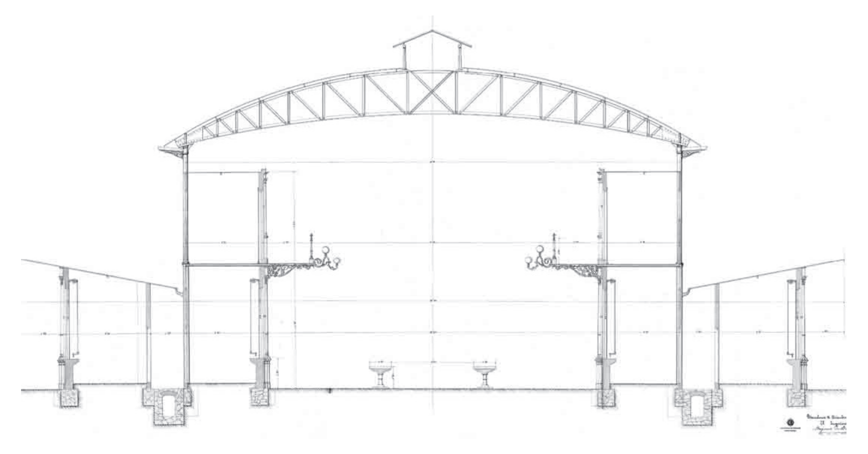


Figura 2
Sección transversal de proyecto de mercado. Miguel de Bergue. 1865. AMVA, caja 749 – 2

cabezas y finalmente dos más semidescubiertos, al fondo del mercado, para ovejas enfermas y con una capacidad de 1.600 cabezas. En todo caso, no se satisfacía el número de cabezas de ganado que había determinado el Ayuntamiento, aunque Ortiz de Urbina señalaba que si fuese realmente necesario podía llegarse a aquella cantidad construyendo más pabellones en el espacio libre del recinto.[8] Como ya se ha señalado, el hormigón habría de convertirse en el material fundamental del mercado, ya que todos los apoyos de los pabellones de ganado debían constituirse por pilares o pies derechos de dicho material, de los que debían sobresalir los mismos hierros del armazón que ligarían, a su vez, con la armadura de madera de pino de Soria, esta con sus correspondientes pares, pendolón y jabalcones que determinarían la imagen de los típicos cuchillos españoles. Con ello, se conformaría «toda la construcción, un cuerpo único que evitará que la violencia del viento ocasione desperfectos a la misma». Sin embargo, el Ayuntamiento pensó que en lugar de ese sistema de armadura se utilizara el más sencillo de par y pendolón, y que en vez de uralita la cubierta fuera de plomo o pizarra, «por considerarse de más consistencia y resistente á los elementos».

Queda patente, pues, lo retardatario que, respecto a las armaduras de cubierta, resultaba el desarrollo de esta tipología industrial por parte de un técnico que conocía perfectamente las últimas novedades sobre construcción arquitectónica. Algo que no vemos años más tarde cuando en la propia ciudad de Valladolid el ingeniero Alberto Colomina y Botí presentaba su primer diseño de Matadero Municipal, en abril de 1926,[9] con una interesante variedad de cerchas metálicas: americanas (zonas de matadero sanitario, portería general, garaje, taller de reparaciones y carpintería, establos, exposición de ganado vacuno, nave para matanza de aves y conejos y edificio de dirección y administración) y Polonceau doble (naves de oreo –antecámaras, cámaras frigoríficas– maquinaria para protección del frío y fábrica de hielo). A ello se unían los sencillos diseños de naves con marquesinas metálicas, de una sola vertiente (zona de matanzas de ganado vacuno y lanar y los establos de ganado cerda - ternera y lanares). En todo caso, Colomina continuó confiando en la madera en otras zonas de su proyecto, con cerchas simples con pendolón (zona de cochera, cuadra, perrera y retretes) y españolas (matadero sanitario, laboratorio y portería general).[10]

Fábricas y almacenes

En Valladolid, los almacenes más importantes durante el último cuarto del siglo XIX y los años iniciales del XX fueron los conocidos como *Almacenes Generales de Castilla*. Diseñados los primeros 108 metros lineales de construcción por el arquitecto Jerónimo Ortiz de Urbina, para el industrial José María Semprún, en 1874 (Domínguez 2010, 156), en la actualidad siguen en pie. Aunque se trata de varias unidades de edificios, hablamos de amplios espacios por cubrir. En este caso, llama la atención cómo no se introdujo el hierro, y sí la madera, para la constitución de las cerchas, igual que un año antes, en 1873, cuando Ortiz de Urbina proyectó los almacenes propiedad de los señores Gutiérrez y Yurrita, destinados a guardar la importante cantidad de trigo que debía abastecer sus fábricas de harina de Villagarcía de Campos y Tudela de Duero (Virgili 1979, 353; Domínguez 2010, 154). No solo se trataba de unas fechas oportunas para la inclusión del hierro en este tipo de construcciones, tal y como hemos podido ver en torno a la proyección de mercados cubiertos en esta misma época, sino que también Ortiz de Urbina conocía, perfectamente, las ventajas del mismo. Ejemplo de ello es la inclusión de armaduras de hierro laminado en el proyecto de fábrica de gas que en marzo de 1852 llevó a cabo Ortiz de Urbina como examen final de sus estudios de Arquitectura,[11] en la Escuela Especial de Arquitectura de Madrid. También el conocimiento, de primera mano, de las armaduras de hierro del Teatro Calderón, coliseo del cual fue codirector de las obras de construcción, desde marzo de 1863 (P. Arregui 2005, 1: 871), y durante 40 años, de manera ininterrumpida, hasta el 5 de octubre de 1902, considerado como el «Arquitecto de la Casa» (Domínguez 2009, 1: 520 – 94; Domínguez 2010, 241 – 47).

¿Por qué no se diseñaron armaduras de hierro para los *Almacenes Generales de Castilla*? Quizá la respuesta pueda estar en el «conservadurismo» de Ortiz de Urbina o, probablemente, la intención, por parte de José María Semprún, de abaratar costes. Esto último cobra sentido si tenemos en cuenta que, pese a su envergadura, los almacenes, que durante años se alquilaron por módulos, no dejaban de ser edificaciones secundarias respecto a las fábricas, las cuales obviaron en numerosas ocasiones el hierro en la constitución de sus cerchas. Un caso claro son las fábricas de harina que existieron en la ciudad y la provincia de Valladolid

durante las segunda mitad del siglo XIX y el primer tercio de XX. ¿Encontramos en ellas armaduras de hierro? En su mayoría no. El uso del hierro no responde solamente a cuestiones constructivas, sino también estéticas y económicas, entre otras. De hecho, y volviendo otra vez a la cuestión de los mercados de hierro, técnicos como Miguel de Bergue justificaban tal elección de material en que los «mercados modernos, combinados con las construcciones civiles y religiosas toman una gran parte en la ornamentación de las poblaciones». En este caso, hasta hacía poco tiempo, «la madera era la materia que se elegía para obras de esta clase, á falta de otra que la sustituyera en sus buenas condiciones de ligereza, economía y ornato». El interés estético del hierro es patente, pero en cuestión de economía, al menos a corto plazo, el hierro todavía no superaba a la madera. Ejemplo de ello lo tenemos en aquellas fábricas de harina, la mayor parte de ellas con armaduras resueltas con formas de madera (Carrera 1990, 22 y 284). Además, tal y como señalaba Teodoro Anasagasti, todavía en 1914, desde el punto de vista estético existía un «desprecio tan grande como inexplicable» hacia la arquitectura industrial, olvidando «que las más hermosas creaciones de la arquitectura se fundaron en la utilidad» (Anasagasti 2002, 123 – 24).[12] Incluso, más determinante todavía son las afirmaciones del Arquitecto Provincial de Valladolid durante los años centrales de la década de los setenta del siglo XIX, Adolfo Fernández Casanova. En 1874, este señalaba que en Valladolid tan solo se utilizaba el hierro «como medio auxiliar y de consolidación». En este caso, llamaba la atención de los dos únicos ejemplos que él conocía en la provincia: «la armadura del Economato en la estación y la del teatro de Calderón de la Barca» (Fernández 1874, 20).[13] El arquitecto continuaba diciendo que «en la mayoría de los casos» las construcciones de hierro no se aplicaban en los proyectos arquitectónicos debido al elevado precio que alcanzaban en la provincia vallisoletana. Pero es que esto mismo es lo que sucedía a nivel nacional. España, pese a ser a mediados del siglo XIX el tercer país del mundo en cuanto a producción de carbón y mineral de hierro, poco podía hacer con la calidad y el precio de dichos productos ya manufacturados en Francia o Inglaterra (Navascués 2007, 64). La solución: importar producto final. Respecto a esto mismo, la alternativa propuesta por Fernández Casanova fue utilizar madera seca tratada con silicato de potasa, disminuyendo así la combustibilidad del material y resultando un medio considerablemente más económico (Fernández 1874, 21).[14] Con estas declaraciones, entendemos por qué las formas de madera, y no las de hierro, protagonizaron durante décadas las armaduras de cubierta de la arquitectura industrial vallisoletana.

Los expedientes de obras de las fábricas levantadas, reconstruidas o reformadas durante la segunda mitad del siglo XIX nos ofrecen pocos datos acerca de cómo eran las armaduras de cubierta que se montaron. En 1893, el maestro de obras Santiago Rodríguez Herrero firmaba el proyecto de la famosa fábrica de chocolate de Eudosio López, en el Arco de Ladrillo,[15] y en 1895, el también maestro de obras Julián Palacios diseñaba la fábrica de fideos de Gregorio Bariego, en la calle Estación. En este último trabajo, ya la memoria señala que el atirantado y la armadura de cubierta iban a ser de madera.[16] Pocos años más tarde, en 1899, el maestro de obras Modesto Coloma[17] proyectaba unos almacenes para grano en la carretera de Salamanca,[18] otra vez cerca de una línea de ferrocarril, la de Valladolid a Medina de Rioseco. De nuevo, un trabajo que se resuelve con un sencillo atirantado y armadura de madera de pino de Soria. Igual que en 1906 cuando el propio Coloma diseñaba los almacenes de trigos y harinas de «Lomas Hermanos» (fábrica de harinas «La Rosa»), en la actual calle Puente Colgante,[19] o la fábrica de harinas de Anselmo León.[20] Y eso que entre 1899 y 1900 se construyó la fábrica de azúcar «Santa Victoria», con cerchas de tipo Polonceau,[21] y durante 1906 se ejecutaron las obras del edificio de la «Electra Popular Vallisoletana»[22] (Virgili 1979, 156 – 157; García 1989, 73 – 82), dando vida a una armadura metálica de tipo americano. Coloma se encargó de un número importante de construcciones industriales. Entre ellas, la fábrica de Eloy Silio, «La Cerámica», cuyo proyecto firmó, junto al ingeniero Luis Silió Cortés, en noviembre de 1907. En este caso, la memoria de obras señala cómo la cubierta iba a ser «metálica, de tipo inglés» (en realidad, americana), para cubrir los 20 metros de luz del edificio principal (figura 3). Sin embargo, años más tarde, en 1923, se encargó de reedificar la fábrica de pastas para sopa que, propiedad de Antonio Solache Serrano y sita en el antiguo número 7 de la plaza de San Miguel, fue destruida por un incendio. En esta ocasión, la armadura volvía a ser de madera.[24] Y es que muchos sectores industriales continuaron confiando en la madera pese a la lógica inconveniencia de este material frente a los incendios, por otra parte frecuentes. Existen muchos ejemplos, pero

en esta ocasión citamos el caso de la reconstrucción de la fábrica de harinas «La Perla», en 1912 (Virgili 1979, 358; Carrera 1990, 267 – 68). Incendiada el 5 de julio del mismo año, la Compañía del Canal de Castilla, propietaria de la fábrica, solicitó al mes siguiente su reedificación. En ella se utilizaron carreras, pies derechos y formas de madera para la cubierta.[25] Es decir, que ni mucho menos se tomaron las precauciones que sí se tuvieron en cuenta a la hora de proyectar mercados cubiertos desde mediados del siglo XIX.

Los incendios acabaron con algunos de los históricos edificios de fábricas vallisoletanas. Uno de los últimos fue el acontecido el 2 de mayo de 1976, dejando en absoluta ruina la fábrica de harinas de Emeterio Guerra, junto al Arco de Ladrillo (Carrera 1990, 261). Casualmente, esta se levantó casi al mismo tiempo que se reconstruía la de «La Perla» (a partir de 1912), en 1913. Se trata de un ejemplo curioso, sobre todo por la preocupación de Guerra por instalar numerosas bocas de riego en su propiedad (Carrera 1990, 261) y, lo que más interesa en esta ocasión, disponer cubiertas metálicas tanto en el cuerpo principal de fábrica (cerchas americanas, tipo Howe) como en los almacenes que fueron levantándose con posterioridad.[26] De hecho, cuando Guerra adquirió la fábrica militar de harinas aledaña a la suya y diseñada y construida por Jerónimo Ortiz de Urbina en 1901, mantuvo invariable su armadura mixta de hierro y madera.[27]

En el mismo año de 1912, y alejado de la tipología de la arquitectura harinera, el industrial Norberto Adulce Linares encargó al maestro de obras Camilo Guzmán la construcción de un almacén en los antiguos números 15 y 17 de la plazuela de Cantarranillas.[28] Dicha construcción comunicaría, directamente, con las tiendas de tejidos que Adulce poseía en los Portales de Fuente Dorada. Para cerrar el almacén, Guzmán presentó una sencilla y ligera cubierta de hierro y cristal que incluía un lucernario corrido. Pese a su simplicidad proyectual, los trabajos arquitectónicos encargados por Adulce casi siempre presentaron cierto interés con la modernidad y avance de la industria arquitectónica, tanto desde el punto de vista técnico como estético. Ejemplo de ello lo tenemos en el almacén que Antonio Ortiz de Urbina proyectó en la calle Pedro de Lagasca, en 1932. En este, el maestro de obras optó por un diseño de armadura con sistema mixto de madera y formas de hierro que dibujaban cuchillos a la española. Para mejorar el apoyo se incluyeron ménsulas de hormigón armado cada 4,5 metros y empotradas en uno de los muros, mientras en el opuesto se dispusieron contrafuertes. En 1935, en pleno proceso constructivo del Matadero Municipal, Ortiz de Urbina y Adulce utilizaron solamente el hormigón armado para abrir una planta sótano en el almacén (zapatas, pies derechos, carreras y escaleras), lo que demuestra el aspecto moderno de las construcciones propiedad de Adulce (Domínguez 2010, 586). Lo mismo vemos poco tiempo después, en 1938, cuando el arquitecto Jacobo Romero proyectaba el almacén de la «Sociedad de carniceros El Porvenir», en el antiguo número 28 de la calle Olma.[29] Era el tiempo del hormigón armado.

Sin embargo, y otra vez en ese año tantas veces mencionado de 1912, mayor interés despiertan las cerchas de tipo Polonceau, metálicas y de madera, de

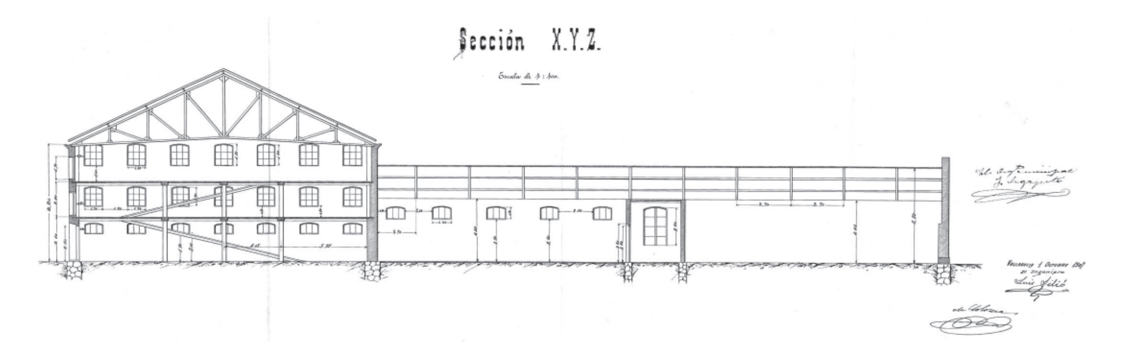


Figura 3
Sección transversal y longitudinal de los cuerpos principales de la fábrica «La Cerámica» detallando su sistema de cerchas. Luis Silió Cortés y Modesto Coloma Palenzuela. 1907. AMVA, caja 609 – 19

la fábrica de harinas «El Palero» (Carrera 1989, 86 – 89) y la construcción de una nave para los talleres de fundición «Gabilondo» de la calle Florida. En ella, el arquitecto Teodosio Torres dispondría una armadura de hierro,[30] igual que Antonio Ortiz de Urbina en la construcción de otras naves, para la misma fundición, en 1917 y 1926 (Domínguez 2010, 576 – 79). Cuchillos de tipo Polonceau sencillo para cubrir una nave de 10 metros de anchura y una solución de cuchillos a la española con marquesinas metálicas que apoyarían sobre pilares, también metálicos, para cubrir otra nave de 15 metros de latitud. Además de estos diseños de armaduras utilizados en 1917, Ortiz de Urbina manejó, en 1926, otra con cuatro cuchillos de tipo americano de 6 paneles. Años más tarde, en 1935, el maestro de obras volvió a utilizar una cercha americana, peraltada, en la reforma de la estación de servicio de la calle Puente Colgante –antigua carretera de Salamanca– (Domínguez 2010, 578). Un tiempo en que el hormigón armado, tal y como se ha señalado, ya se había convertido en el material preferido. En Valladolid, tenemos el ejemplo de la reconstrucción de la misma estación de servicio firmada por el arquitecto Marcos Rico Santamaría dos años más tarde (febrero de 1937),[31] con una sobresaliente marquesina de hormigón.

En 1926, tan solo dos meses antes de que se firmaran los planos de la nueva nave de los talleres de fundición «Gabilondo», Ortiz de Urbina utilizaba, otra vez, una armadura con cuchillos americanos, de 12 paneles, en la construcción del almacén de carpintería de Jaime Cuadrado, en la plaza de San Nicolás.[32] Todos ellos son, así, diseños utilitarios manejados por los diferentes técnicos según sus propios intereses o los de sus clientes.

Esta clase de armaduras metálicas fueron manejadas con asiduidad en Valladolid, sobre todo a partir de mediado los años veinte. De ese tiempo citamos otros diseños de armaduras metálicas, de tipo inglés (5 cuchillos), como la que debía montarse según la propuesta de fábrica de oxígeno y acetileno disuelto del ingeniero Rafael Díez Torres[33] (1929), o la de la ampliación del garaje y talleres «Carrión» (1924), en la calle Mantilla (figura 4), del arquitecto Nicanor Pérez Fernández y el ingeniero Luis Nieto, con viguetas gemelas de doble T y correas de madera.[34] De cuchillos armados con madera del Norte tenemos el caso de un proyecto de fábrica de emulsión «Azteca»[35] (1929). De la década de los treinta cabe citar la armadura americana del taller de tejidos del antiguo número 21 de la calle Empecinado (1931)[36] o la del almacén y taller de metalurgia del antiguo número 15 de la calle Verbena (1939),[37] proyectos rubricados por el arquitecto Ramón Pérez Lozana. Dicho técnico también firmó, en 1930, un interesante proyecto de almacenes para servicio del «Banco Español de Crédito», en la «Huerta de Ariza», bien comunicado con la estación que llevaba el mismo nombre,[38] y que dibujaban, otra vez, armaduras americanas (figura 5).

Conclusiones

En Valladolid, aunque los arquitectos, como los ingenieros, conocían perfectamente el manejo del hierro a la hora de diseñar armaduras de cubierta, los condicionantes económicos obstaculizaron, en un primer momento, la utilización generalizada de este material en los proyectos de arquitectura industrial. La excepción la encontramos en las estaciones de ferrocarril y en los

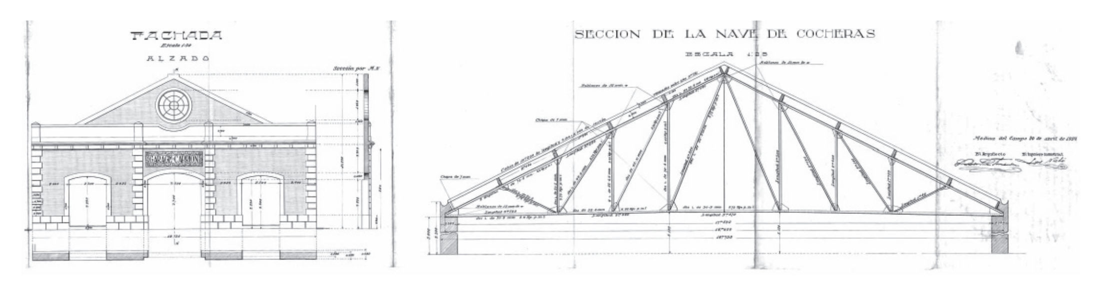


Figura 4
Diseño de fachada principal y modelo de cerchas del proyecto de ampliación del garaje y talleres «Carrión». Luis Nieto y Nicanor Pérez Fernández. 1924. AMVA, caja 774 – 31

mercados cubiertos. Respecto a esta última tipología, sobre todo por el potente influjo internacional de *Les Halles Centrales* de París, que motivó la realización de mercados de hierro cubiertos en Madrid y, en consecuencia, en otras ciudades españolas como Valladolid. Entre otras cosas, las memorias de obras de los proyectos así lo certifican. Además, algunos de estos proyectos fueron firmados por técnicos afincados en Madrid (Jerónimo de la Gándara) o Barcelona (Miguel de Bergue). En un principio, las cerchas de tipo Polonceau fueron las más utilizadas, aunque pronto las armaduras de malla americana e inglesa (más las primeras que las segundas) fueron asentándose en los ejemplos de almacenes y fábricas, sobre todo a partir de los años veinte. La madera no dejó de utilizarse, predominando el diseño de cuchillos de tipo español. Por desgracia, las mencionadas memorias de obras no detallan los pormenores constructivos de las armaduras, limitándose, tan solo, a citar si se trata de proyectar una armadura de hierro o de madera. Salvo excepciones, tampoco los planos insertos en los proyectos de obras especifican las características constructivas de las armaduras metálicas. En todo caso, lo presentado en esta ocasión trata de mostrar las líneas generales de la configuración y uso de armaduras metálicas o de madera en la arquitectura industrial vallisoletana durante un tiempo concreto. Quedan numerosos e interesantes proyectos inéditos que ayudarán a configurar un trabajo de investigación mucho más completo.

Notas

Esta comunicación se enmarca en el G.I.R. IDINTAR: *Identidad e intercambios artísticos. De la Edad Media al Mundo Contemporáneo* y en el Proyecto de Investigación *La materialización del proyecto. Aportación al conocimiento del proceso constructivo desde las fuentes documentales (siglos XVI – XIX)*, financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad (Referencia: HAR2013-44403-9).

1. Ya en 1802, Durand afirmaba la conveniencia de que los mercados de abastos fueran «siempre cubiertos y cerrados» (Durand [1817 y 1819] 1981, 137).
2. Sobre dicho proyecto puede consultarse, entre otra bibliografía, el trabajo de Lemoine (Lemoine 1980, 128 – 31).

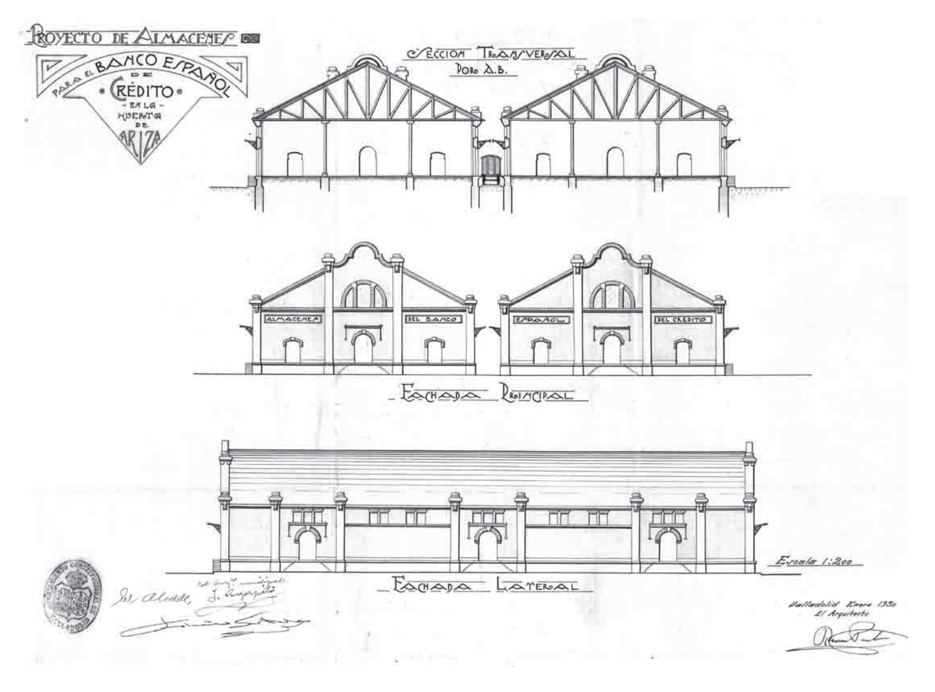


Figura 5
Proyecto de almacenes para el Banco Español de Crédito. Ramón Pérez Lozana. 1930. AMVA, caja 790 – 29.

3. Archivo Municipal de Valladolid (en adelante, AMVA), caja 749 – 2. Documento citado (en adelante, Doc. cit.) por Virgili (1979, 248).
4. Rotondo exponía unos motivos casi calcados a los presentados por Miguel de Bergue casi una década atrás. Entre otras cosas, señalaba que dicha tipología arquitectónica exigía «una construcción ligera y esbelta a la vez, pues se concreta solo á cubrir un espacio determinado, sin ejercer ninguna clase de esfuerzo, más que el de resistir á los destructores elementos de la naturaleza. Esta condición ningún material puede llevarla tan á propósito como el hierro, mucho más hoy que los adelantos de la fabricación de este material permiten utilizarlo en cualquier clase de construcción» (AMVA, caja 757 – 3). Doc. cit. por Virgili (1979, 250).
5. Sobre el diseño, construcción y problemática que generó la cubierta y los soportes de este mercado, todo él de hierro, pueden consultarse varios trabajos (Camino 1982, p. 22 – 35; Ortega 2000, 366 – 76; Camino 2005, 195 – 202; Domínguez 2009, 1: 645 – 78). Arquitectos como Teodosio Torres, Jerónimo Ortiz de Urbina, Joaquín Ruiz Sierra y Vicente Miranda defendieron diversas tesis acerca de la conveniencia de la solución constructiva aportada por el propio Ruiz Sierra.
6. Archivo Municipal de Medina del Campo (en adelante, AMMC), caja 994 – 8.853.
7. *Gaceta de Madrid*, 11 de febrero, p. 295; 1 de marzo de 1915, p. 492.
8. En la memoria, Ortiz de Urbina señalaba que el mercado podía servir, igualmente, «para celebrar Exposiciones de cuanto se relaciona con la Agricultura, contribuyendo así al mejoramiento de ésta» (AMMC, caja 994 – 8.853).
9. Ya en el proyecto definitivo el hormigón armado sería el protagonista. Sobre el Matadero Municipal puede consultarse, entre otras publicaciones, las llevadas a cabo por Virgili (1979, 360 – 68), Ruiz (1992, 27 – 38) y Domínguez (2007, 203 – 16).
10. AMVA, caja 749 – 1. Doc. cit. por Virgili (1979, 361).
11. Por primera vez, el proyecto fue citado por Santamaría (1996, 242), siendo analizado años más tarde por Domínguez (2009, 1: 93 – 99).
12. El artículo original se publicó en 1914 (Anasagasti 1914).
13. El Economato de la Estación fue construido hacia 1870, probablemente por Théopile Luc Ricour (González 1996, 136). En todo caso, resulta curioso cómo Fernández Casanova no hizo mención a las cerchas de tipo Polonceau del depósito de locomotoras de la estación, construido en 1863 por el propio Ricour (González 1998, 189 – 99).
14. De hecho, esto mismo es lo que Fernández Casanova aplicó, en 1873 y fuera del ámbito industrial, en un edificio destinado a dormitorios del Hospicio Provincial. En él incluyó 12 cuchillos a la española. Archivo Histórico de la Diputación Provincial de Valladolid (en adelante, AHDPVA), caja 2495 – 31348.
15. «Mampostería en cimientos, sillería en zócalo, ladrillo en fachadas, hierro laminado en carreras, tramazones horizontal y vertical de madera y cubierta de teja curva» (AMVA, Chancillería, caja 333 – 20). En 1897, el mismo Rodríguez Herrero presentaba el proyecto de ampliación de la fábrica de Eudosio López. AMVA, Chancillería, caja 409 – 35.
16. AMVA, Chancillería, caja 309 – 108.
17. Sobre la obra civil de Modesto Coloma en Valladolid puede consultarse el trabajo de Domínguez (2002, 295 – 320).
18. AMVA, Chancillería, caja 339 – 24.
19. AMVA, Chancillería, caja 341 – 402. Doc. cit. por Carrera (1990, 275).
20. AMVA, caja 818 – 16; (Carrera 1990, 281).
21. Según señala el ingeniero C. Escobedo en la memoria de obras, firmada el 26 de julio de 1899. AMVA, caja 996 – 6.
22. AMVA, caja 749 – 3. Doc. cit. por Herrero (1976, 42).
23. AMVA, caja 609 – 19. Doc. cit. por Virgili (1979, 358).
24. AMVA, caja 752 – 21.
25. AMVA, caja 611 – 35. Doc. cit. por Carrera (1990, 267).
26. En diciembre de 1921, Guerra solicitaba la construcción de un almacén – vivienda para el personal de la fábrica de harinas, el cual debía cerrar con una cubierta de teja plana montada sobre una armadura de hierro. AMVA, caja 773 – 9. En ese mismo año de 1921, el arquitecto Emilio Baeza Eguiluz presentaba un proyecto de fábrica de licores, esta vez con formas de madera. AMVA, caja 773 – 10.
27. Archivo Histórico Provincial de Valladolid (en adelante, AHPVA), Mapas, Pergaminos y Dibujos, 43 – 1 y 2. Doc. cit. por Domínguez (2010, 160).
28. AMVA, caja 611 – 31.
29. AMVA, caja 1059 – 22.
30 AMVA, caja 611 – 36. Doc. cit. por Virgili (1979, 356).
31. AMVA, caja 804 – 38.
32. El de los talleres de fundición «Gabilondo» se firmó el 12 de junio de 1926, mientras que el de Jaime Cuadrado unas semanas antes, el 21 de abril (Domínguez 2010, 578).
33. AMVA, caja 771 – 14. Doc. cit. por Virgili (1979, 359).
34. AMVA, caja 774 – 31.
35. AMVA, caja 746 – 41.
36. AMVA, caja 769 – 40.
37. AMVA, caja 1066 – 81.
38. AMVA, caja 790 – 29.

Lista de referencias

Anasagasti, Teodoro. 1914. «El arte en las construcciones industriales». *Arquitectura y Construcción*, 264: 150 – 155.

Anasagasti, Teodoro. 2002. «El Arte en las construcciones industriales». *DC: revista de crítica arquitectónica. Papeles DC*. 7 (Modernismos): 122 – 127.

Camino Olea, M.ª Soledad. 1982. «Estudio histórico constructivo del mercado del Val de Valladolid». *Estudios e Investigaciones*, 25: 22 – 35.

Camino Olea, M.ª Soledad. 2005. «Los tres mercados de hierro de la ciudad de Valladolid». En Huerta, Santiago (ed.) *Actas del Cuarto Congreso Nacional de Historia de la Construcción: Cádiz, 27 – 29 de enero de 2005. Vol. 1*, 195 – 202. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Carrera de la Red, Miguel Ángel. 1989. «Arquitectura industrial. El romanticismo de la fábrica de harinas 'El Palero'». En Mata Pérez, Salvador (dir.) *Arquitecturas en Valladolid. Tradición y modernidad (1900 – 1950)*. 83 – 93. Valladolid: Colegio de Arquitectos en Valladolid.

Carrera de la Red, Miguel Ángel. 1990. *Las fábricas de harina en la provincia de Valladolid*. Valladolid: Caja de Ahorros Provincial de Valladolid.

Daly, César (dir.) 1854 y 1862. *Revue genérale de l'architecture et des travaux publics*, XII y XX.

Demanet, A. 1861 – 1865. *Curso de construcción: explicado en la Escuela Militar de Bruxelas (1814 á 1847)*. 1 -1 4 vol. Madrid: Santiago Aguado.

Domínguez Burrieza, Francisco Javier. 2002. «Modesto Coloma: medio siglo de arquitectura civil en Valladolid (1875 – 1925»). *BSAA*, LXVIII: 295 – 320.

Domínguez Burrieza, Francisco Javier. 2005. «Aproximación a la obra de Jerónimo de la Gándara: dos proyectos inéditos en Valladolid» en *BSAA*, LXIX – LXX: 313 – 331.

Domínguez Burrieza, Francisco Javier. 2007. «La imagen del antiguo Matadero Municipal como un punto de partida para la arquitectura racionalista en Valladolid». En Amador Carretero, Pilar, Robledano Arillo, Jesús, Ruiz Franco, Rosario (ed.) *Actas de las Quintas Jornadas Imagen, Cultura y Tecnología*. 203 – 216. Madrid: Universidad Carlos III de Madrid.

Domínguez Burrieza, Francisco Javier. 2009. *Jerónimo y Antonio Ortiz de Urbina: vida y obra*. Vol. 1. Valladolid: Universidad de Valladolid.

Domínguez Burrieza, Francisco Javier. 2010. *El Valladolid de los Ortiz de Urbina: arquitectura y urbanismo en Valladolid (1852 – 1936)*. Valladolid: Ayuntamiento de Valladolid.

Durand, J.N.L. [1817 y 1819] 1981. *Compendio de lecciones de arquitectura. Parte gráfica de los cursos de arquitectura*. Madrid: Pronaos.

Fernández Casanova, Adolfo. 1874. *Materiales y sistemas de construcción empleados en la provincia de Valladolid y mejoras de que son susceptibles*. Valladolid: Satarén.

García Tapia, Nicolás. 1989. «Un proyecto de palacio industrial: el edificio de la Electra Popular Vallisoletana». En Mata Pérez, Salvador (dir.) *Arquitecturas en Valladolid. Tradición y modernidad (1900 – 1950)*. 73 – 82. Valladolid: Colegio de Arquitectos en Valladolid.

González Fraile, Eduardo. 1996. «Estación de ferrocarril Campo Grande y Talleres Generales». En Arnuncio Pastor, Juan Carlos (dir.) *Guía de arquitectura de Valladolid*. 134 – 136. Valladolid: Consorcio IV Centenario de la Ciudad de Valladolid.

González Fraile, Eduardo. 1998. «El depósito de máquinas de la estación de Valladolid». En Bores Gamundi, Fernando (ed.) *Actas del Segundo Congreso Nacional de Historia de la Construcción: A Coruña, 22 – 24 de octubre de 1998*, 189 – 199. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Herrero de la Fuente, Marta. 1976. *Arquitectura ecléctica y modernista de Valladolid*. Valladolid: Universidad de Valladolid.

Lemoine, Bertrand. 1980. *Les Halles de Paris*. París: L'Equerre èditeur.

Ortega del Río, José Miguel. 2000. *El siglo en que cambió la ciudad. Noticias artísticas de la prensa vallisoletana del XIX*. Valladolid: Ayuntamiento de Valladolid.

Navascués Palacio, Pedro. 2007. *Arquitectura e ingeniería del hierro en España (1814 – 1936)*. Madrid: El Viso.

P. Arregui, Juan. 2005. *Material Intrahistory and Stage Practice of the Nineteenth-Century Bourgeois Theater. The Testimony of the Theater Calderon de la Barca: Valladolid: 1863-1900*. Vol. 1. UMI-Pro Quest Ann Arbor (USA).

Polonceau, Camille. 1849. Notice sur nouveu sustéme. De Charpente en bois et en fer. *Revue genérale de l'architecture et des travaux publics*. 1: 27 – 32.

Redondo Cantera, M.ª José. 1999. «Arte, historia y modernidad en la imagen de Valladolid a mediados del siglo XIX (1858)». *Congreso Internacional: Valladolid. Historia de una ciudad. Vol. 1,* 133 – 161. Valladolid: Ayuntamiento de Valladolid.

Ruiz Pérez, Jesús B. 1992. «Un modelo de Arquitectura Racionalista en Valladolid. Estudio y Análisis del Matadero Municipal». *Actas del IV Congreso Internacional de Expresión Gráfica Arquitectónica: Dibujo y Arquitectura: investigación aplicada*, 27 – 38. Valladolid: Grapheus.

Santamaría Almolda, M.ª del Rosario. 1996. «Bases documentales para el estudio de la teoría arquitectónica (1814 – 1858) en la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando». *Espacio, Tiempo y Forma (serie VII. Historia del Arte),* 9: 219 – 247.

Virgili Blanquet, M.ª Antonia. 1979. *Desarrollo arquitectónico y urbanístico de Valladolid (1851 – 1936)*. Valladolid: Ayuntamiento de Valladolid.

Los mecanismos hidráulicos romanos. Hipótesis sobre la luminaria del Faro de Brigantium y el comedor giratorio de la Domus Aurea de Nerón

Manuel Durán Fuentes

Los seres humanos tienen la innata posibilidad de fabricar e idear utensilios que se desarrollaron y perfeccionaron con el tiempo, dando paso a la aparición de artificios y herramientas y, al combinar éstas, a las máquinas. Hicieron su aparición cuando se necesitó superar la limitada energía humana en aquellos procesos que supusiese un gran esfuerzo o una pesadez por la monótona repetición de la tarea. Fue un escalón más en el desarrollo tecnológico de los seres humanos.

Los filósofos de la antigüedad llamaron «las cinco grandes» a las máquinas más simples: el plano inclinado, la cuña, el tornillo, la palanca y la rueda. Fue Arquímedes el primero que las sistematizó y explicó su funcionamiento, y junto con los estudiosos de Alejandría, fueron los que sentaron sus bases teóricas al combinar las «cinco grandes». Surgieron las ruedas dentadas y los engranajes, los polipastos, las ruedas hidráulicas, los «juguetes» que funcionaban con vapor de agua, las máquinas elevadoras de pesos descritas por Vitrubio (X, 2, 3, 4 y 5), la bomba de pistones inventadas por Ctesibio de Alejandría, etc., muchas de ellas descritas por Herón de Alejandría y más tarde por Filón de Bizancio.

El estudio de la mecánica tuvo una amplia difusión en Roma debido al uso de máquinas en la guerra, en la construcción y en la industria. La fuente de energía utilizada, exceptuando la de «sangre», fue la hidráulica, generada al aprovechar la caída de una masa de agua M desde una altura H (energía potencial = $M \cdot g \cdot H$), o la velocidad V de una corriente de agua M (energía cinética = $\frac{1}{2} \cdot M \cdot V^2$). Se empleó en los molinos harineros (Vitrubio X,5) que aprovechaba el choque del agua contra las paletas de una rueda, generando una fuerza que por medio de engranajes se trasladaba a las muelas, haciéndolas girar. Las ruinas de un gran complejo harinero se han hallado en Berbegal, cercano a Arlés (Francia), que aprovechaba el desnivel para mover las muelas de varios molinos dispuestos en serie con el agua que llegaba a la parte superior por un acueducto (figura 1).

Un mecanismo de molienda más avanzado era la turbina, que disponía de un rodete o rueda de álabes de eje vertical situado a la salida de un canal, cuya sección se reducía progresivamente que incrementaba la velocidad del agua y por ello su energía cinética, que era transformada en el trabajo desarrollado por las muelas.[1] Hubo un molino de este tipo en la ciudad romana de Chemtou en Túnez.

Otro tipo de máquina hidráulica eran las sierras de piedra para obtener hojas de reducido espesor, empleadas en el revestimiento de fábricas de ladrillo o mampostería. Vitrubio (XXXVI, 6) menciona a los carios como los primeros que cortaron el mármol en planchas, y pone como ejemplo antiguo la «Casa de Mausolo» en Halicarnaso, cuyas paredes y «murallas» de ladrillo estaban recubiertas de mármol «proconesio». Según este autor el primero que utilizó este sistema en Roma fue el caballero romano Mamurra en una propiedad del monte Celio, que inventó las sierras de corte de estas láminas gracias al uso de arena —la procedente de Etiopía era la mejor pues



Figura 1
Complejo de molinos en Berbegal cerca de Arlés (Francia) (Foto M. Durán)

era blanda y no producía asperezas en el corte—, que era «apretada» por sierras de hierro en una delgada línea (de corte), «moviéndola de una parte a otra, cortando con la misma tracción». El ingeniero Klaus Grewe (2010a) ha estudiado estas máquinas, una de ellas representada en un bajorrelieve del frontón sepulcral de Marco Aurelio Amiano, en la antigua ciudad frigia de Hierápolis (Turquía). Está representada una rueda hidráulica que comparte eje con un piñón vertical, engranado a un tambor con un eje horizontal en cuyos extremos hay dos ruedas conectadas de forma excéntrica a sendas bielas que transforman el giro



Figura 2
Vista de la cimentación del molino de turbinas en Chemtou, en la parte izquierda de la foto y al pie del muro (Túnez) (Foto M. Durán)

en un movimiento horizontal de vaivén. Se han hallado restos de dos sierras de piedra en las antiguas ciudades de Gerasa (Jordania) y de Éfeso (Turquía) (Grewe 2010a, Greweb).

También emplearon maquinas hidráulicas como amasadoras, trituradoras de minerales o machacadoras con un martillo pilón en minas, batanes y herrerías (Wilson 2008, 357).

En esta ponencia se exponen otras dos hipotéticas —pero posibles— utilizaciones de maquinas hidráulicas en el faro romano de *Brigantium* (A Coruña, España), para mover la luminaria del faro romano y en la *Domus Aurea* de Nerón para mover el comedor giratorio que cita Suetonio.

Mecanismo de la luminaria del Faro de Brigantium o Torre de Hércules

En el VII Congreso Nacional de Historia de la Construcción ya presentamos una primera propuesta para este mecanismo (Durán 2011, 342-345), que posteriormente hemos ido mejorando y ampliando. Es una alternativa a la iluminación realizada con un fuego encendido en su cima, puesto que no estaba exento de problemas, y resuelve el problema expuesto por Plinio El Viejo (Historia Natural, XXXVI, 12) del «peligro que hay en el relumbrar del fuego es que no entiendan ser estrella, porque desde lejos las llamas parecen serlo», al modificar la intensidad de la luz emitida al girar la luminaria, tal como los hacen los faros modernos.

Para esta recreación hipotética se han tenido en cuenta los conocimientos y la tecnología mecánica de la época recogidos en la «Pneumática» de Herón de Alejandría, así como determinados aspectos técnicos del Faro de Alejandría conocidos por las crónicas de los viajeros árabes que pudieron observarlo durante algunos siglos, y los datos geométricos extraídos de planos e informes que, de la Torre, realizaron algunos ingenieros militares del siglo XVIII. La base de la propuesta ha sido un conjunto de principios teóricos y dispositivos empleados en la época, como los de los vasos comunicantes y el empuje hidrostático de Arquímedes, los sifones invertidos para producir el vaciado automático de recipientes llenos de agua, la bomba de pistones de Ctesibio, y las «válvulas» automáticas que regulan la salida de un líquido de un recipiente hermético, si en él entra aire o no. Tam-



Figura 3
Posible mechero de piedra del Faro de Brigantium (M. Durán)

bién se ha tenido en cuenta la adaptación de la propuesta y de su funcionamiento a la geometría de las cámaras romanas y a determinados detalles existentes. Ha sido muy importante la interpretación que hemos dado a una piedra tallada, con una forma y detalles singulares como posible mechero de la luminaria (figura 4).

El giro de la luminaria pudo producirse de modo similar al Faro de Alejandría (Asín 1933, 282), sobre dos planchas metálicas convenientemente engrasadas entre sí, una encajada en el fondo de la luminaria y la otra en la cima de una piedra troncocónica, de 1,67 m de diámetro y 0,90 m de altura, colocada en el centro de la cámara superior del faro, tal como se ve en planos de la Torre del siglo XVIII y en particular

Figura 4
Plano de Baltasar Ricaud de 1772 (Plan Director de la Torre de Hércules-Archivo Histórico del Ejército)



Figura 5
Mecanismo de Herón con pájaros cantores y una lechuza (de A.G.Drachmann, Ktesibios Philon and Heron. A Study in ancient pneumatics. 1968)

el plano del ingeniero Baltasar Ricaud de 1772 (figura 5). También se ha considerado importante que el faro de *Brigantium* pudiese disponer de un espejo reflectante como el de Alejandría, como relata una leyenda medieval que permitía ver los barcos a gran distancia (Bello 1991, 145-149)

Han sido determinante para nuestra propuesta el mecanismo descrito por Herón, mediante el cual una lechuza colocada en lo alto de un eje hace silenciar a unos pájaros cantores situados en una fuente de agua, en el momento que mira para ellos; los pájaros vuelven a cantar en cuanto el pájaro ha girado su vista en dirección contraria (figura 6) (Woodcroft 1851, 31-32).

La luminaria del faro sería un tambor cilíndrico de unos 2,60 m de diámetro y 0,80 m de altura, en cuyo interior se alojaría el depósito de combustible (aceite de oliva) y en la parte superior estarían el mechero, el espejo y un lastre equilibrador. El peso podría ascender a unos 5.000 kilogramos. En torno al tambor estarían enrolladas dos sogas, cada una en un sentido, que descenderían a las cámaras del tercer piso del faro a través de unos agujeros en sus bóvedas. El tambor disponía de dos dientes enfrentados que accionarían, al girar en un sentido y el contrario, una tranca que descubriría o taparía un agujero por el que entraría aire al aljibe de agua, herméticamente cerrado, situado en la terraza de la Torre (figuras 7 y 8).



Figura 6
Propuesta de la luminaria giratoria (recreación digital realizada por Fernando Durán)

El giro de la luminaria se iniciaría una vez que del aljibe saliese una cantidad de agua a los vasos comunicantes,[2] suficiente para que el flotador alojado en uno de ellos iniciase su ascensión.[3] Esta ascensión del nivel de agua facilitaría el descenso de un lastre o contrapeso,[4] que arrastraría la soga que haría girar a la luminaria.



Figura 7
Perspectiva seccionada del mecanismo propuesto para la luminaria giratoria del faro de Brigantium (Dibujo M. Durán)



Figura 8
Privilegiada localización del comedor de la Domus Áurea en la esquina N.E. de la colina del Palatino (Foto M. Durán)

Cuando el nivel de agua en los vasos ceba el sifón invertido alojado en uno de ellos, se iniciaría su vaciado y cesaría el giro de la luminaria al llegar a un tope. En este momento uno de los dientes del tambor empujaría la tranca y cerraría la entrada de aire al aljibe que impediría la salida de agua. El contrapeso alcanzaría su posición más baja y el flotador la más alta. Al vaciarse los vasos, el flotador variaría su calado —y por ello el empuje hidrostático— y se alteraría la composición de fuerzas con una resultante descendente. La soga atada al extremo de la barra del flotador provocaría el giro de la luminaria, en sentido contrario al anterior, y el lastre ascendería. Este nuevo giro termina cuando llegase a un tope, momento en el que el sifón invertido se descebaría y otro diente del tambor empujaría de nuevo la tranca, despejando la entrada de aire al aljibe que inicia, de nuevo, el suministro de agua a los vasos comunicantes. Comenzaría un nuevo ciclo de giros en ambos sentidos.[5]

Para que no se tuviese que reponer a diario el agua empleada se establecería un circuito cerrado, en el que solo habría que reponer las pérdidas por fugas. Se recogería toda el agua empleada en tres recipientes alojadas en sus correspondientes cámaras del 2º piso, y en los que habría unas bombas de pistones que la elevarían al aljibe de la terraza (Stein, 2007).[6]

El comedor giratorio de la *Domus Aurea* de Nerón

A raíz del descubrimiento en 2009 de unas estructuras por un equipo de arqueólogos dirigido por Francoise Villedieu en el ángulo SO de las colinas del Velia-Palatino, surge la hipótesis de que podrían pertenecer al comedor giratorio de Nerón, mencionado en la obra de Suetonio, que textualmente dice: «El comedor principal era circular y giraba permanentemente, de día y de noche, como el firmamento» (Nerón XXXI, 380).

Por parte de este equipo de investigadores se ha planteado la hipótesis de que podría haber girado gracias a una rueda hidráulica. Es una hipótesis correcta, y en este artículo pretendemos ver las posibilidades físicas y mecánicas para que así fuese. Los resultados de las campañas arqueológicas llevados a cabo han sido publicados por la arqueóloga Françoise Villedieu (2011, 2015). De estos trabajos extraeremos los datos necesarios para los cálculos de este artículo.[7]

Propuesta de una máquina hidráulica

En primer lugar se plantea una cuestión importante que no es otra que saber las disponibilidades de agua que llegaba a las colinas Velia y Palatino en tiempos de Nerón, y para lo cual es de gran utilidad la obra de Frontino sobre los acueductos de Roma. El agua venía por ramal del acueducto *Aqua Claudia*, que Frontino llama «Arcos de Nerón» por haberla construido este emperador, que derivaba del acueducto principal en Porta Maggiore con dirección a la colina Celio, pasaba por encima de la puerta Celio y concluía en la plataforma del Templo de Claudio donde



Figura 9
Arcadas del ramal del acueducto Aqua Claudia construido por Nerón (Foto M. Durán)

había un gran depósito regulador (Claridge, 1999, 308). Desde allí se distribuía agua al Palatino, al Aventino y al distrito del Trastevere. Los pilares de los puentes de este ramal eran muy altos y delgados, por lo que fueron reforzados y reformados en tiempos de Domiciano (90 d.C.) y Septimio Severo (200 d.C.). Parte de esta estructura se conserva entre las colinas Celio y Velia, en la actual Vía di S. Gregorio (figura 10).

Según Frontino (LXXXVI) el volumen de agua destinada a la casa imperial eran 816 quinarias al día, y una parte de ella es lo que pudo mover la maquinaria del comedor giratorio. Se desconoce a cuanto equivalía la quinaria en las actuales unidades de medida. No hay consenso sobre este tema,[8] pero si se toma un valor bajo podría alcanzar un volumen de 30.000 metros cúbicos al día.

La maquina podría ser accionada por una rueda hidráulica de eje horizontal movida por una corriente de agua procedente de unas cisternas emplazadas cerca del convento de San Bonaventura, en el Palatino.[9] Tendría un mecanismo de transmisión formado por diversos engranajes que trasladaba la potencia generada a la rotación del comedor. Este giro se realizaba sobre unos rodamientos y cojinetes anclados en la parte superior de la estructura de fábrica (Villedieu 2011, 51). Su posición coincidiría con unos huecos esféricos localizados en el trasdós plano de cuatro de los ocho arcos de contrarresto del pilar central (Villedieu 2011, 47). Esta solución es mejor que si el giro se produjese sobre planchas metálicas engrasadas, similar al que pudo haber en los faros de Alejandría y *Brigantium*, pues exige un esfuerzo menor del orden de la quinta parte.

La velocidad angular del comedor es una cuestión importante en la justificación teórica de la máquina. Se desconoce cuanto tiempo tardaba en dar una vuelta completa, pero se debe pensar en una velocidad relativamente pequeña para que los comensales pudiesen disfrutar de los paisajes cambiantes de los jardines de la *Domus Aurea* y que no les resultase incómoda. Se ha supuesto que podría girar una vuelta cada hora; supone una velocidad angular de 0,00175 rad/s.[10] Sería un valor muy pequeño si se compara con la velocidad a la que giraría una rueda hidráulica sin ningún impedimento. Para poder armonizarlas hay que disponer entre la rueda y el comedor una serie de engranajes que vayan reduciendo la velocidad de la rueda, complementado por un freno de cinta en la rueda que consuma una gran parte de la potencia generada.

Para mover la plataforma del comedor, de unos 115 toneladas de peso,[11] sería necesario aplicar una fuerza que venza su inercia y todas las resistencias que pue-

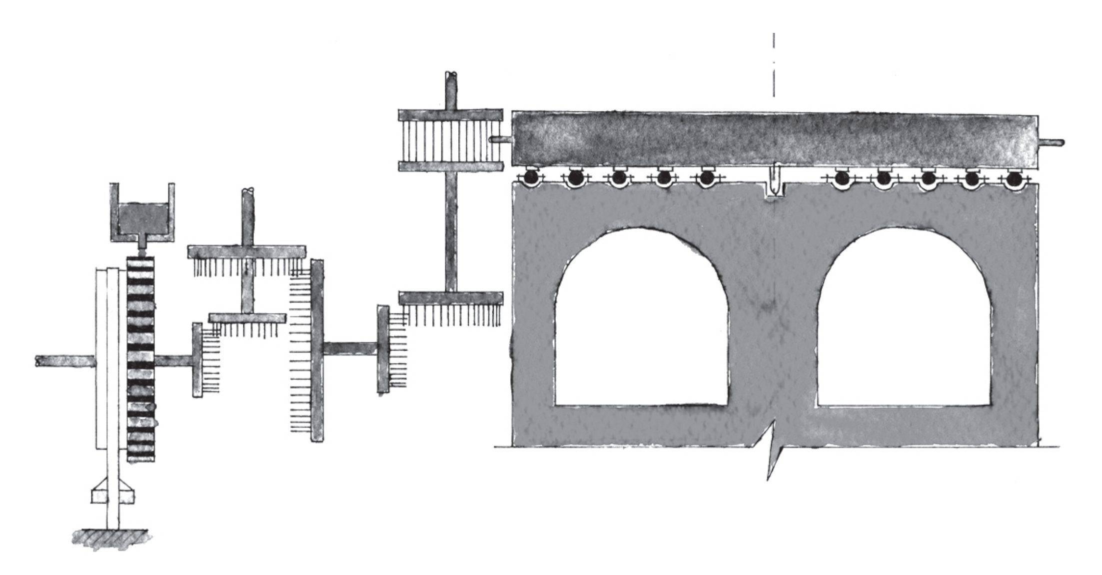


Figura 10
Esquema de una posible maquinaria de giro del Comedor de Nerón (Dibujo M. Durán)

dan existir, y que sus constructores habrían tratado de reducirlas lo más posible haciéndola girar sobre unas bolas metálicas fijas posiblemente engrasadas. Se empleó la 2º ley de Newton[12] para calcularla cuando la plataforma gira con una aceleración angular nula (movimiento uniforme) o muy pequeña. En ambas situaciones se puede considerar que esa ley reducida a la que expresa que el momento resultante del sistema de fuerzas aplicado a la plataforma en rotación es igual a cero. Los momentos con respecto al eje vertical de la plataforma serían el producido por la fuerza aplicada en los dientes de la plataforma, al que se opondría el momento de todas las fuerzas de resistencia a la rodadura que se producen en cada bola. Esta fuerza de oposición se debe a la deformación producida en cada bola por el peso soportado de la plataforma. Se ha considerado, tal como propone la arqueóloga Francois Villedieu, una distribución en cuatro filas y cinco bolas por fila, en total veinte, que soportarían distintos pesos.[13] El resultado obtenido es que la fuerza F mínima requerida para girar la plataforma del comedor asciende a unos 28.350 N (2,83 toneladas).

Esta fuerza tendría su origen en la rueda hidráulica como generadora de la potencia necesaria para el movimiento de toda la maquinaria. Estaría formada por una rueda hidráulica, seis ruedas dentadas engranadas entre sí dos a dos, con diferentes pasos y tamaños, y un tambor final que mueve la plataforma.[14]

Se comienza calculando la velocidad de giro del tambor para el que se ha supuesto un paso de 45 cm y un diámetro de 2,14 m. Tendría 15 barras verticales que engranarían con los 84 dientes de la plataforma.[14] La expresión de la nota 13 permite hallar esa velocidad angular que ha resultado de 0,0098 rad/s.

Los valores supuestos y resultados de los cálculos realizados para la totalidad de los mecanismos de engranaje se exponen de un modo breve para simplificar la exposición, enumerando las ruedas dentadas desde la plataforma hasta la rueda hidráulica:

1) Plataforma del comedor: diámetro (ϕ) = 12,00 m, nº dientes (N) = 84, velocidad de giro (ω_p) = 0,00175 rad/segundo (una vuelta cada hora)
2) Tambor: diámetro Φ = 2,14 m, nº dientes (N) = 15, velocidad de giro (ω_t) = 0,00983 rad/segundo
3) Rueda dentada nº 1: diámetro Φ = 2,14 m, nº dientes (N) = 24, velocidad de giro (ω_1) = 0,00983 rad/segundo (comparte eje con el tambor)
4) Rueda dentada nº 2: diámetro Φ = 1,60 m, nº dientes (N) = 18, velocidad de giro (ω_2) = 0,013 rad/s
5) Rueda dentada nº 3: diámetro Φ = 3,72 m, nº dientes (N) = 26, velocidad de giro (ω_3) = 0,013 rad/s (comparte eje con la rueda 2)
6) Rueda dentada nº 4: diámetro Φ = 2,30 m, nº dientes (N) = 16, velocidad de giro (ω_4) = 0,021 rad/s
7) Rueda dentada nº 5: diámetro Φ = 2,17 m, nº dientes (N) = 24, velocidad de giro (ω_5) = 0,021 rad/s (comparte eje con la rueda 4)0
8) Rueda dentada nº 6: diámetro Φ = 1,42 m, nº dientes (N) = 16, velocidad de giro (ω_6) = 0,031 rad/s (comparte eje con la rueda hidráulica)

Debido a los engranajes y a sus efectos multiplicadores, para obtener la fuerza de 28.350 N aplicada en los dientes de la plataforma solo se necesitaría que en los dientes de la rueda que comparte eje con la rueda hidráulica se aplicase una fuerza de 13.100 N (incremento del 116%). Del mismo modo, la velocidad angular que debería tener la rueda hidráulica sería de 0,031 rad/s, que supone incrementar la de la plataforma un 1.771%.

Los dientes de la plataforma, si se suponen que son de bronce y si la fuerza se aplicase a 30 cm, deberían tener un diámetro de 9 cm. El diámetro de las barras verticales del tambor sería de unos 8 cm, y los dientes de las ruedas estarían entre los 9 cm de la rueda 1, y los 6,50 cm de la 3 y 4.

Rueda hidráulica

En el funcionamiento de esta maquina es aplicable el principio de la conservación de la energía, por la cual la energía producida, suma de la energía potencial de la masa de agua M contenida en los cangilones de la rueda y la energía cinética del agua que entraba en la rueda a una velocidad tangencial determinada,[15] es igual a la suma de las energías cinéticas perdidas por el choque del agua contra el cangilón y por la salida del agua de la rueda a una determinada velocidad, y la potencia desarrollada por la masa de agua contenida en la rueda, asimilada al producto de una carga P vertical aplicada en la rueda por su velocidad tangencial V_r.[16]

Se ha considerado una rueda hidráulica[17] que contendría una masa de agua de 294 kg que giraría a una

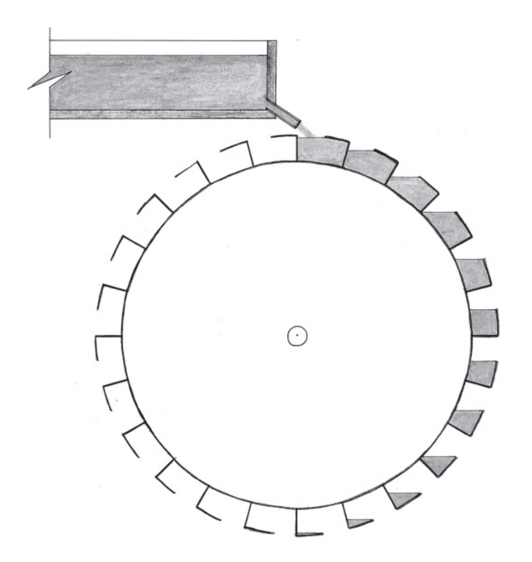


Figura 11
Detalle de la llegada y entrada de agua a los cangilones de la rueda hidráulica (Dibujo M. Durán)

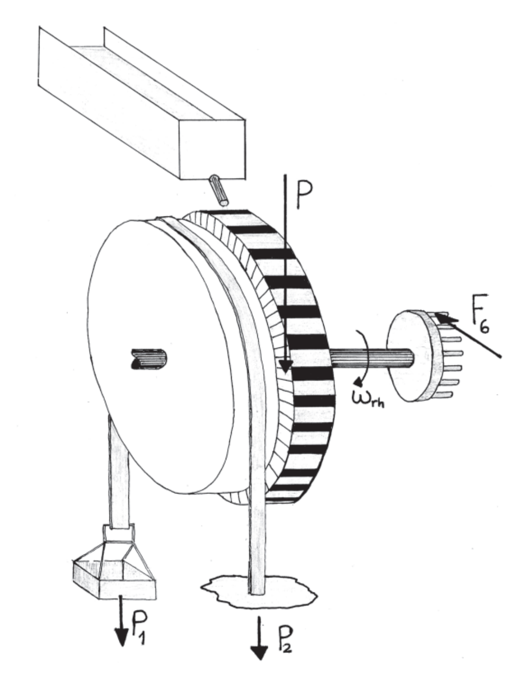


Figura 12
Esquema de la rueda hidráulica, del freno de cinta y de la rueda 6 que comparte eje con la rueda (Dibujo M. Durán)

velocidad tangencial de 0,062 m/s.[18] La potencia generada sería de 9.100 vatios. Esta potencia se puede representar como el producto de una carga P por la velocidad de la rueda ($P \cdot V_r$), que conocida ésta resulta un valor para dicha carga de unos 145.000 N (14,5 toneladas).

En la figura 12 están dibujadas las cargas que actuarían en el conjunto de la rueda hidráulica-rueda dentada nº 6 que comparten eje: el frenado representado por el par de fuerzas P_1-P_2, la potencia de la rueda por la carga P y la fuerza F_6 de reacción de la rueda nº 5. Este frenado tendría que disponerse para reducir la velocidad angular de la rueda hidráulica y se ha considerado como el más adecuado un posible freno de cinta aplicado a una llanta circular adosada a la rueda y de su mismo diámetro. Aplicando a este conjunto la ecuación de la Estática que expresa que la suma de momentos ha de ser nula, se obtienen las fuerzas de frenado P_1 (177.100 N) y P_2 (36.800 N).[19] El peso P_1 podría obtenerse con un lastre que pudiese regularse para alcanzar una velocidad uniforme. Podría ser un recipiente en el que se alojasen barras de plomo hasta conseguir un peso de 17,7 toneladas.

Cada cangilón, de 50 litros de capacidad, se debería llenar durante el tiempo que su abertura de 30 cm pasa por debajo del chorro de agua, que, en función de la velocidad de la rueda hidráulica, sería de unos 2,7 segundos y, por tanto, el caudal necesario sería de unos 20 litros por segundo. Si se considera una altura de agua de 1,00 m entre la salida del tubo y el nivel en el canal, la velocidad de salida del agua, según el principio de Torricelli,[20] sería de 2,66 m/s y el diámetro del tubo de 10 cm.[21]

Conclusiones

Como se desprende de lo expuesto, los parámetros de funcionamiento de esta máquina dependen fundamentalmente de la velocidad de giro de la plataforma, pues cuanto más reducida sea más sofisticado sería el conjunto de engranajes. Se ha adaptado como velocidad aceptable una vuelta de 360º cada hora que podría ser algo rápida, pero que nos permite diseñar un mecanismo sencillo que se movería en condiciones razonables. Aún así esta velocidad sería necesario ampliarla un 1770% y frenar la rueda para que fuesen iguales.

Cuando mayor fuese la velocidad angular del comedor, a igualdad de rueda hidráulica y sistema de engranajes, se necesitaría menos potencia y por lo tanto menor fuerza de frenado representado por el lastre colgado. Si se aumentase el tamaño de los cangilones de la rueda, se incrementaría la potencia y, por consiguiente, la carga de frenado. El funcionamiento de una máquina hidráulica que mueva el comedor giratorio de Nerón en la *Domus Aurea* depende del ajuste de su potencia y del sistema de frenado para ajustar la velocidad a la del comedor.

Notas

1. El caudal se obtiene multiplicando la sección del canal por la velocidad del agua: Q = S·V. Si el caudal es constante y la sección S se reduce, se incrementa la velocidad V. El incremento de ésta produce un incremento de la energía cinética ya que está en relación directa con el cuadrado de la velocidad ($Ec= 50,96 \cdot Q\cdot V^2$) y consecuentemente la potencia de la muela.
2. El diámetro de la tubería de bajada del agua sería de unos 4,60 cm y el caudal suministrado de 4,90 litros por segundo
3. Los vasos comunicantes tendrían 1,20 m de diámetro interior y 5,40 m de altura.
4. Este lastre tendría un peso de 2700 N (270 kg)
5. El volumen de agua empleada en el primer giro sería de 8,10 m^3 y no se consumiría nada en el giro hacia el otro lado. Si el caudal de suministro era de 4,90 litros por segundo, el tiempo necesario para llenado sería de unos 28 minutos. El vaciado a través del sifón tardaría unos 32 minutos, si su diámetro también fuese de 4,60 cm. Por lo tanto el tiempo para un giro completo de una ida y vuelta sería de unos 62 minutos. En 12 horas se realizarían unos 12 giros con un consumo de 97 m^3.
6. Si los pistones de una bomba tuviesen un diámetro interior de 10 cm y la longitud de carrera fuese de 45 cm, se tendrían que bombear agua durante unas 22 horas para bombear 97 m3. Si se instalasen tres bombas se emplearían unas 7,5 horas. La potencia necesaria por bomba para esta elevación sería de unos 300 vatios, que podrían desarrollar en turnos 4 personas.
7. La estructura consta de un pilar central de forma cilíndrica de 3,90 m de diámetro, un primer muro anular de 2,06 m de espesor, y un pasillo entre ambos de 3,95 m de anchura. La torre central se arriostra al muro anular con dos niveles de ocho arcos de medio punto de 3,94 m de luz y 1,48 m de espesor (Villedieu 2011, 39). La campaña arqueológica de 2014 ha puesto al descubierto un segundo anillo de 11 m de radio cuyo espesor no pudo ser determinado, con un segundo pasillo anular de unos 3,04 m de anchura. También se halló una abertura o puerta en el pilar central de entrada a una escalera helicoidal que permitía bajar desde el nivel intermedio al inferior de la torre, a más de 18 metros de profundidad (Villedieu 2015, 16-17).
8. Si se estima una pendiente media de los acueductos romanos en torno al 2 por mil, una sección de agua de 0,30 m_2 y la rugosidad del fondo y las paredes del canal (coeficiente de Manning de 0,015), el caudal sería de 0,94 m3/s, y en todo el día llegarían unos 81.000 m3, que daría un valor a la quinaria de 99 m3/día, superior a la medida habitual de la quinaria, recogida en diversos estudios, de 40,6 m^3/día.
9. (Méridianes Géo, 2014: Rome: *La salle à manger tournante de Néron*)
10. Giraría 360º cada hora, es decir $W_p = \theta / t = 2\varpi / 3.600$ segundos
11. El comedor estaría sobre una plataforma cilíndrica de 1,20 m de altura (4 pies) y 12,00 m de diámetro, construido con celosías de madera (peso estimado 73.000 kg), sobre la cual habría un solado de losas de mármol (peso estimado 18.000 kg). Se ha considerado una sobrecarga de uso, que incluiría el peso del mobiliario y el de las personas, de 200 kg/m2. El peso total aproximado de esta plataforma podría alcanzar los 114.000 kg (1.140.000 N). En su parte inferior dispondría de unos anillos metálicos, a modo de raíles para los rodamientos, que facilitarían el giro.
12. La 2ª de Newton expresa que el producto del momento de inercia **I** por su aceleración angular α es igual al momento resultante de las fuerzas aplicadas a la plataforma en rotación $\Sigma M = I\cdot \alpha$.
13. El peso soportado por cada bola depende de su posición y de la superficie de comedor recogida. Cada peso se calcula multiplicando la carga unitaria de la plataforma ($\Sigma \approx 1000$ kg/m^2) por dicha superficie. La fuerza de resistencia a la rodadura generado en cada bola es igual al producto del coeficiente de resistencia a la rodadura ($\mu = 2,5$ mm), por el peso soportado y dividido por el radio de la bola.
14. La corona y el piñón de un engranaje tipo han de tener la misma distancia (paso) entre sus dientes, y los productos del número de dientes de cada uno multiplicado por su velocidad angular han de ser iguales (Np·Wp = Nc·Wc).
15. La energía producida será $E = \Sigma m_i\cdot g\cdot h_i + ½\cdot \Sigma m_i\cdot V_r^2$, siendo Σm_i la cantidad de agua en la rueda.
16. Esta expresión sería: $\Sigma m_i\cdot g\cdot h_i + ½\cdot \Sigma m_i\cdot V_r^2 = ½\cdot \Sigma m_i \cdot U^2 + ½\cdot \Sigma m_i \cdot V_s^2 + P\cdot V_r$.
17. La rueda de 2,00 m de radio tendría 24 cangilones con unas medidas interiores de 56 cm de longitud, 30 cm de altura y otros 30 cm de anchura. Su capacidad sería de , por lo que su capacidad sería de 50,4 litros.

18. $Vr = W_{rh} \cdot R_h = 0{,}031 \cdot 2{,}00 = 0{,}62$ m/s
19. En un freno de cinta la fuerza de frenado equivale a un par de fuerzas P_1 y P_2. Si el giro es horario la fuerza P_1 será mayor a P_2, y estarán relacionadas según la ecuación $P_1 = P_2 \cdot e^{f\theta}$, siendo f el coeficiente de rozamiento entre la cinta y la llanta que se supone 0,5, y θ el ángulo abrazado por la cinta (180º).
20. Según este principio la velocidad es $V = K \cdot (2 \cdot g \cdot h)$ ½ = $0{,}6 \cdot (2 \cdot g \cdot 1{,}00)^{1/2} = 2{,}66$ m/s.
21. El caudal Q es igual al producto de la velocidad por $0{,}785 \cdot \Phi^2$.

Lista de Referencias

Asín Palacios, M. 1935. «Nuevos datos sobre el faro de Alejandría». *Al-Andalus,* 3:1, Madrid, 185-193.

Bello Dieguez, J.M. 2009. «Brigantium y su faro. Contextos arqueológicos en la ciudad de A Coruña». *Brigantium,* 20: 41-66.

Claridge, A. 1999. *Roma. Guía Arqueológica*. Madrid: Editorial Acento.

Frontino. *Los acueductos de Roma*. Trad. de Tomás González Rolán 1985. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Grewe, K. 2010a. «La máquina romana de serrar piedra». *Actas V Congreso de las Obras Públicas Romanas.* Madrid: Fundación de la Ingeniería Técnica de Obras Públicas.

Grewe, K. 2010b. *Meisterwerke. Antiker Technik*. Mainz: Verlag Philipp von Zabern.

Plinio Segundo, C. 1998. *Historia Natural* (Traducida y anotada por el doctor Francisco Hernández). Tres Tomos. Visor Libros. Universidad Nacional de México.

Seigne, J. y T. Morin, 2007: «Une scierie hydraulique du VI siècle à Gerasa (Jerash, Jordanie). Remarques sur les prémices de la mécanisation du travail». *Energie Hydraulique et machines élévatrices d'eau durant l'antiquité.* Centre Jean Bérard. Pont du Gard. Francia

Stein, R.J.B. 2007: «Roman wooden force pumps. Use and performance». *Énergie hydraulique et machines élévatrices d'eau durant l'antiquité.* Nápoles: Centre Jean Bérard. 27: 7-17.

Suetonio. 2006. *Vida de los doce césares*. Traducción y edición Alfonso Cuatrecasas. Colección Austral nº 539. Madrid.

Tomei, M.A. 2011. «La ex Vigna Barnerini e le costruzione neroriane del Palatino». *Neronia Électronic.* Revue électronique. Fascicule 1.

Villedieu, F. 2011. Une construction néronienne mise au tour sur le site de la Vigna Barberibi: la *cenatio rotunda* de la *Domus Aurea*?. *NeroniaEletronica. Revue électronic.* Fascicule 1.

Villedieu, F. 2015. Vigna Barberini (Palatin, Rome). Campagne de fouilles 2014. *Chronique des activités archéologiques de l'École Française de Rome*. Roma.

Vitrubio Polión.1997. *Los diez libros de Arquitectura*. Trad. José Luis Oliver Domingo. Madrid: Alianza Forma.

Wilson, A.I. 2008: «Machines in greek and roman technology». *The Oxford handbook of engineering and technology in the classical world.* Edited por John Peter Oleson. Oxford University Press, Inc.

Muros de fábrica en las torres medievales de la arquitectura civil de Segovia

Ana M. Escobar González

Analizar el modelo constructivo como método de trabajo, investigar y reflexionar conjuntamente en la historia, el sistema constructivo, el comportamiento de los materiales y la tipología edificatoria, es necesario cuando estamos trabajando con arquitecturas históricas que a lo largo de su existencia han pasado por diferentes usos y configuraciones. Se conservan en el recinto amurallado de Segovia, torres de construcción medieval que pertenecen a la arquitectura civil y forman parte de la historia urbana de la ciudad.

El objeto de esta comunicación es dar a conocer los diversos sistemas constructivos con los que se han construido las torres medievales de Segovia. Entendiendo el muro de fábrica como elemento básico de la construcción, comparando la disposición y la dimensión de los materiales. Este análisis constructivo nos permite identificar y reconocer los modelos constructivos característicos de las torres, que se construyen en sillería, mampostería, fábrica de ladrillo y tapia; observando la singularidad de cada una de las torres y organizando los tipos y variables constructivos.

Torres medievales de Segovia

En la ciudad de Segovia se conservan torres medievales pertenecientes a la arquitectura civil que forman parte de la silueta urbana. Se encuentran dentro de la ciudad amurallada, situadas unas veces junto a la muralla y las puertas de la ciudad, como es el caso de las conocidas como casa de los Picos y casa de las Cadenas que defendían respectivamente las puertas de san Martín y san Juan; mientras que otras se encuentran entre las calles y plazas del interior del recinto sin tener contacto directo con la muralla, como es el caso de los tres torreones de Hércules, Lozoya y Arias Dávila.

Construcciones que tienen un origen medieval, con una doble funcionalidad, entre lo defensivo y lo residencial. Cada una de ellas utiliza su estrategia para la defensa, sirviendo de refugio en momentos de reyertas urbanas. Actualmente las torres están unidas a casas palaciegas que pertenecieron a familias nobles. Muestran un proceso de construcción y transformación en el tiempo, tienen una cronología constructiva entre los siglo XIII y XV, con cambio de propietarios, costumbres y hábitos de la vida residencial.

Tienen su origen tipológico en la casa fuerte torreada que Juan de Contreras recoge en su texto sobre la casa segoviana en la Sociedad Española de Excursiones (Contreras 1919). Aunque con referencias históricas previas: «Cuando a fines siglo XI fue reconquistada definitivamente la ciudad de Segovia, cierto número de infanzones recibió solares dentro del recinto amurallado para labrar su casa y heredades en la comarca para sustentarlas; así nació la nobleza ciudadana, consagrada a la defensa y amparo del recinto urbano» (Conteras [1921] 2010, 269).



Figura 1
Fotografía que agrupa varias torres medievales de distinta tipología y modelo constructivo (Escobar 2014)

El muro de fábrica como elemento constructivo

El muro es el elemento constructivo básico de la arquitectura histórica que permite la elevación en altura y la estabilidad estructural, evolucionando a lo largo de la historia y manteniendo su configuración como elemento que cierra el espacio y soporta la estructura horizontal. Juan de Villanueva lo define en el arte de la albañilería de la siguiente manera: «llámese muros, murallones o paredones, a los muros gruesos formados con distintos materiales, colocados a plomo, con tal unión y trabazón, que se mantengan por su mismo peso y resistan a los empujes de otros cuerpos que se carguen o se les arrime» (Miranda 1995, 181).

Dos reflexiones sobre el análisis del muro como elemento constructivo, la primera de Ignacio Paricio Ansuategui, *en la Construcción de la arquitectura. Los Elementos*, tratando el muro como elemento estructural que relaciona directamente la construcción y el espacio: «La estructura de muros portantes es una de las formas de soporte que supone una relación más estrecha entre orden constructivo y espacio arquitectónico» (Paricio Ansuategui 1996, 43). La otra cita es de Joaquín Rodríguez Saumell en, *Tipologías de muros, fachadas y valores de significación en la Arquitectura*, donde vincula el análisis del muro, al concepto estructural y de significación de la arquitectura construida, exponiendo:

> con toda precisión, los distintos elementos que configuran el muro dejan de ser analizados de manera aislada, como simple aspecto decorativo de tipo ornamental. Debemos señalar que la esencia de la arquitectura no se limita al mundo de lo formal, a sus simples o complejos problemas constructivos o a la calificación y solución de su uso o funcionalidad, sino que es un arte,… La sistematización de un muro, no se reduce a un limitado análisis formal, sino que incorpora los valores de significación, como corresponde a las metas del denominado análisis estructural (Rodríguez Saumell 1998, 15)

Las torres analizadas tienen una estructura de muro de fábrica construida sin contrafuertes, que conforman el perímetro completo de cada torre, construidas con materiales y aparejos diversos, en piedra, ladrillo y tapia, con mortero de cal aglutinando los materiales. La torre tiene en casi todos los casos una estructura independiente del resto del edificio, marcando un momento constructivo diferente. La anchura del muro tiene una dimen-



Figura 2
Torreón de Hércules situado en la trama urbana de la ciudad (Escobar 2013)

sión variable, entre los ochenta centímetros que repiten varias torres construidas en el modelo de fábrica de ladrillo y tapia, hasta los dos metros de anchura que tienen algunas torres construidas en piedra, como la torre de los Marqueses de Moya, conocida como casa de las Cadenas o el torreón de Hércules. Repetidas veces se recoge que en los edificios de cierta altura, el muro debe adelgazarse en los pisos superiores para aumentar su estabilidad (Paricio 1996, 44). Esta situación la encontramos en cada una de las torres, donde varía la anchura del muro, reduciéndose según ascendemos los niveles.

El muro de las torres medievales en Segovia conforma una geometría de planta cuadrangular, adaptada a la irregularidad de la estructura urbana, aunque su aspecto rotundo se muestre como un gran prisma regular. «Los muros sirven para definir la volumetría, separan netamente el espacio interno del externo, son superficies planas sin ornamentación, pues no encontramos elementos plásticos sobrepuestos» (Rodríguez Saumell 1998, 144). La Arquitectura se materializa mediante la construcción (Lafarge-Olivares 1995, 65).

La distribución interior de cada torre se organiza por niveles comunicados entre sí, por una escalera interior. La dimensión de las estancias varía entre los cinco y nueve metros de lado. Los espacios en cada nivel están cubiertos mayoritariamente por forjado de madera sobre vigas principales apoyadas en los muros que cubren el ancho menor de la torre. En tres de las torres encontramos un sistema abovedado de cubrición horizontal, coincide con los niveles inferiores de construcción más resistente, son: La torre cuadrada de la casa de las Cadenas, el torreón Arias Dávila y el torreón de Hércules, donde tenemos los muros de mayor grosor que soportan el empuje horizontal de las bóvedas. La estabilidad de los edificios históricos está garantizada por el grosor de cada uno de sus muros (Paricio 1996, 44).

La estructura de fábrica es una construcción realizada a base de agregados materiales que trabajan a compresión, como la piedra, ladrillo, adobe, tapial, barro, y en función de estos materiales se determina un funcionamiento común, a este agregado de materiales inteligente de materiales sabiamente dispuestos que produce sistemas estables le denominamos fábrica, realizada a base de oficio y experiencia (Mas-Guindal 2011, 17).

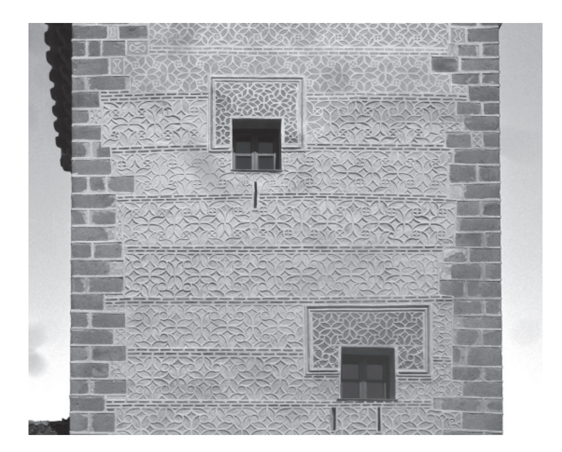


Figura 3
Técnica constructiva de la torre Arias Dávila, con sillares de granito en las esquinas y mampostería de cal y canto encintada y posteriormente revestida con esgrafiado decorado en franjas horizontales (Escobar 2014)

Técnicas constructivas medievales

Conocer la técnica constructiva es importante para la conservación del inmueble histórico, así como la caracterización e identificación del modelo constructivo de referencia de las distintas épocas históricas. Por esto, junto con el análisis arquitectónico y urbano, se presta una atención especial a la técnica constructiva característica de cada una de las torres. Una fábrica es casi siempre el producto de una serie de actuaciones constructivas que se suceden en el tiempo (Parenti 1995, 26).

La técnica constructiva es la conjunción entre los materiales y el aparejo. Analizar el conjunto de variables posibles es el objetivo de esta investigación. «Un recorrido por las civilizaciones de la Antigüedad nos permite reconocer la repetición en el uso de los materiales existentes en el territorio, tierra, piedra y madera, cada civilización ha hecho uso de ellas desde su conocimiento y manejo» (Laffarga-Olivares 1995, 13).

Vitruvio recoge en el *Compendio de los diez libros de Arquitectura*, siete modos de colocar la piedra, que son: La sillería enrejada con piedras perfectamente cuadradas; la sillería enlazada o ligada; la sillería griega, con piedras atravesadas para dar más firmeza; la mampostería en hiladas iguales *isodo-*

mum; la mampostería de hiladas desiguales; la mampostería rellena en el centro *emplecton* y el sistema compuesto por estar formado por los anteriores (Castañeda 1981, 39). Fray Lorenzo de San Nicolás, reduce a cuatro las formas de edificar: Cantería, mampostería, fábrica de ladrillo y fábrica de ladrillo con tapia de tierra, considerando las demás, como variables de las anteriores (Miranda 1995, 184).

Es curioso analizar, como los materiales y las técnicas constructivas se repiten en la historia de la construcción. «La función constructiva de los materiales y los morteros no ha variado sustancialmente, sigue siendo la misma a lo largo de la historia. Los morteros se emplean como unión entre otros materiales, o como revestimiento para la protección y decoración» (Alejandre 2001, 236).

El estudio de las técnicas constructivas en la Edad Media, tiene la dificultad de tener que trasladarnos a un momento de la historia en el que los medios eran diferentes, pero tanto los materiales, como las técnicas se repiten en la historia. Sobre la permanencia de los materiales y técnicas de construcción, cabe decir que han cambiado poco, a lo largo de la historia, o mejor dicho, no han cambiado continuamente (Miranda 1995, 121).

Los materiales de construcción utilizados en la Edad Media son materiales primarios que se encuentran directamente en la naturaleza, o que necesitan un proceso de transformación sencillo, como es el caso de los morteros de cal o yeso, que necesitan un proceso de carbonatación y deshidratación a altas temperaturas. Se pueden clasificar de forma genérica en materiales pétreos: Granito, caliza, gneis; materiales cerámico: Ladrillo y teja; Madera y Tierra. Los materiales de construcción básicos son los que proporciona la naturaleza, frente a los materiales transformados, abundantes a partir del siglo XVIII. Si pensamos en un material para una construcción resistente, la primera respuesta es la piedra, aunque no siempre y para todos los elementos. Por esto encontramos en la construcción medieval, técnicas y aparejos combinados entre los anteriores, con un aspecto desordenado y con la reutilización en muchas ocasiones del material de construcciones precedentes.

En la construcción de fábricas de la Edad Media se renuncia al empleo de aparejo de piezas de gran tamaño, salvo en algunos edificios excepcionales, comienzan a aparejarse los muros con piezas pequeñas, preferiblemente mampuesto o ladrillo, en lugar de sillería; que podía ser cargado por un hombre y asentada por un solo cantero en hiladas bajas y poco profundas. Se separaban con gruesas juntas de mortero, con el fin de que los lechos establecieran un enlace entre el macizo interior y los paramentos, para garantizar el trabajo solidario del relleno y las hojas exteriores (Valenzuela Montalvo 2001, 230).



Figura 4
Técnica constructiva con sillería de granito en las esquinas y mamposteía irregular en el interior (Escobar 2015)

Los materiales predominantes para la construcción de las Torres de Segovia son la piedra, el ladrillo y los cajones de tapia, encontrando una variedad de sistemas constructivos mixtos y una alternancia de los materiales y aparejos. Los muros de las torres se caracterizan por tener una fábrica homogénea en su interior, con un comportamiento uniforme, reforzadas las esquinas. Frente a los muros de tres capas, dos capas exteriores y un relleno interior.

Cierto es que la construcción medieval española se encuentra entre las tradiciones del Islam y del cristianismo con influencia que se diferencia en ocasiones de la construcción europea y también de la construcción de la antigüedad greco romana. Pero también es cierto que existe una continuidad constructiva en la utilización de los materiales y técnicas, que nos permite encontrar referencias constructivas adaptadas a la necesidad del momento y lugar. Aunque siempre se plantean preguntas, como: ¿Es posible la convivencia de los distintos sistemas constructivos en un mismo momento de la historia de la ciudad de Segovia a finales de la Edad Media? ¿Por qué lo que parece una construcción homogénea, está formada por diversidad de unidades constructivas

diferentes? A estas preguntas se puede responder desde un análisis comparado entre las torres, diferenciando cada unidad muraria, sabiendo que cada corte en la fábrica recoge un momento constructivo diferente.

Modelos constructivos característicos

El análisis de los muros nos permite identificar y reconocer los distintos modelos constructivos característicos de las torres medievales, que se construyen en sillería, mampostería, fábrica de ladrillo y tapia. Comparando la disposición y dimensión de los materiales se puede establecer una clasificación de los tipos y variables.

El sistema utilizado para establecer esta clasificación, tiene como referencia directa, la manera italiana de analizar la técnica constructiva, que comenzó hace más de cuatro décadas. Roberto Parenti, establece un cuadro para clasificar la técnica constructiva, diferenciado; *Materiali, Lavorazione, Apparechiatura, Finitura, Malta*, que le permite denominar a cada una de las técnicas con una serie numérica diferenciada. (Parenti 1998, 301). También Roberto Marta, en *Tecnica costruttiva a la Roma nel medievo*, establece una estructura para el estudio de los muros, diferenciando *Murature: Formazione e finitura*, que le permite presentar la amplia variedad de aparejos, materiales y técnicas diversas, destacando la variedad de modelos en técnica mixta, alternando materiales, dimensión y disposición (Marta 1989).

Las distintas estrategias que pueden conformar el proceso de estudio histórico-constructivo del edificio deben contemplar siempre la definición exhaustiva de los materiales, las técnicas y los sistemas de construcción originales (Vela Cossío 2005, 72).

Para definir los modelos constructivos de las torres de Segovia, establecemos una primera clasificación en tres tipos, en función del material predominante. El tipo uno agrupa los muros construidos en piedra; el tipo dos los muros construidos en fábrica de ladrillo y cajón de tapia; y el tipo tres combina en técnica mixta la alternancia de piedra y ladrillo.

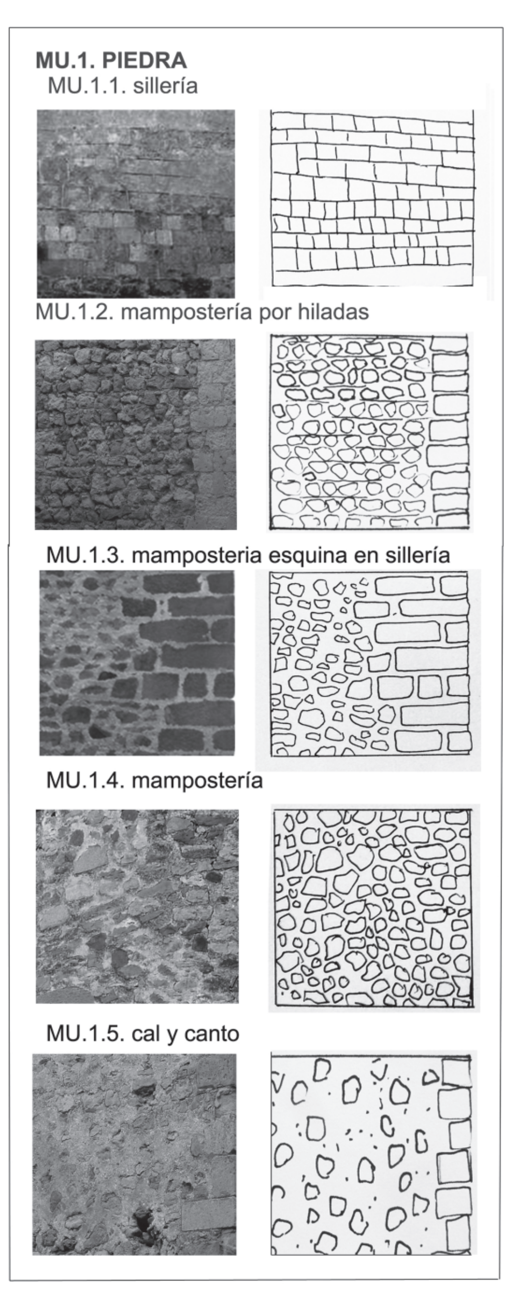


Figura 5
Tipo uno. Esquema de los modelos constructivos característicos en piedra (Escobar 2015)

Tipo uno. Piedra

Se establece como variable la disposición de la piedra, diferenciando entre sillería, mampostería orde-



Figura 6
Torre de la muralla perteneciente a la casa de los Picos, con los dos tipos de sillería en la parte baja y mampostería en la parte superior (Escobar 2014)



Figura 7
Torre de las Dominicas, con aparejo de mampostería ordenada en hiladas en la parte baja y tapia de cal y canto en la parte superior (Escobar 2015)

nada en hiladas, mampostería con sillares en esquina, mampostería desconcertada, tapia de cal y canto. Observando la similitud con las clasificaciones recogidas en los tratados de construcción y la establecida por Vitruvio (Castañeda 1981, 39).

Se considera como segunda variable la dimensión del material, estableciendo un tamaño pequeño, para piezas hasta veinte centímetros, que se pueden mover sin dificultad por un solo operario; mediano, para piezas entre veinte y cuarenta centímetros, que se pueden mover sin maquinaria; y grande para piezas de más de cuarenta centímetros, cuando se necesita maquinaria para poder moverlas y asentarlas en obra. En los muros de las torres encontramos piezas pequeñas y medianas en la mayoría de los aparejos de sus muros. Es minoritario el uso de piezas de tamaño grande, que encontramos en la parte baja de la torre de muralla de la casa de los Picos y en la torre cuadrangular de la casa de las Cadenas.

Otra variable aplicable al tipo uno, es la piedra utilizada para la sillería que refuerza la esquina, encontramos dos variables, el granito y la caliza. Con las variables expuestas para el tipo uno tenemos los siguientes modelos constructivos característicos:

Tipo uno. Modelo MU.1.1. Piedra. Sillería

Sistema constructivo que coloca las hiladas de piedra escuadrada, se trata de uno de los modelos constructivos habituales. La singularidad de su uso nos lleva a establecer una variable que establece dos modelos.

MU.1.1. Sillería regular. Es el modelo de sillería que encontramos parcialmente en la torre de la mura-

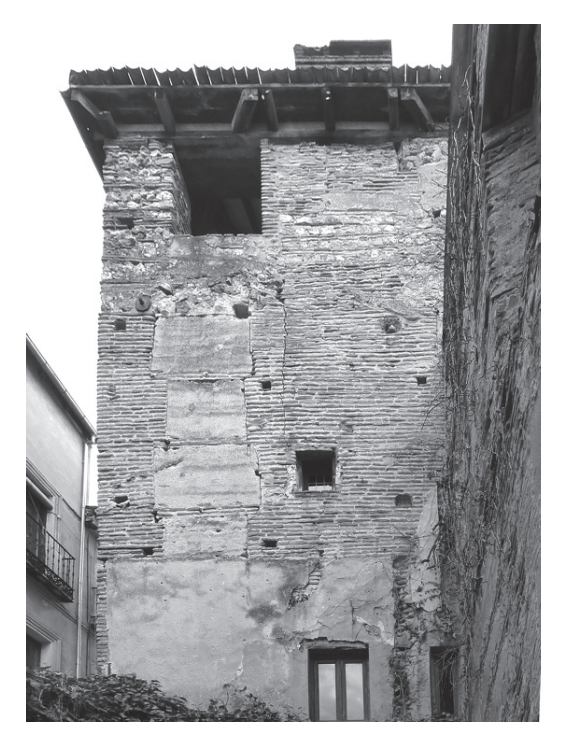


Figura 8
Torre Diego de Rueda, con el nivel intermedio construido en ladrillo y tapia

lla junto a la casa de los Picos, en este caso piedra caliza, se encuentra deteriorada y revocada con una junta resaltada que recuerda el aparejo original. También encontramos sillería de granito en torno a la portada del torreón de Lozoya.

MU.1.1. Sillería irregular. Formada por piedra reutilizadas de edificaciones preexistentes que ha perdido la regularidad de los ángulos. La encontramos en la parte baja de la torre de la muralla próxima a la casa de los Picos, con piedras de distinta procedencia geológica y dimensión entre mediana y grande.

Tipo uno. Modelo MU.1.2. Piedra. Mampostería ordenada en hiladas

Disposición de las hiladas ordenadas de piedra, regularizándose con mortero y ripia hasta formar un aparejo horizontal. Tiene en las esquinas sillería de refuerzo. Considerada como una de las fábricas más antiguas de la Edad Media, la encontramos en la torre noroeste del convento de las Dominicas, el aparejo tiene continuidad por tres de las fachadas del conjunto edificado.

Tipo uno. Modelo MU.1.3. Piedra. Mampostería con sillería en las esquinas

Este modelo constructivo está formado por muros de mampostería con las esquinas reforzadas con sillería, en ocasiones granito o caliza, más o menos regulares, para dar mayor resistencia y conformar el ángulo. El paño intermedio está compuesto por mampostería con piezas de tamaño mediano, que dejan vista la cara al exterior, unidas con mortero que completa el espacio entre las piedras.

Se establece una variable diferenciando el material de la sillería de esquina.

MU.1.3. Mampostería con sillería en las esquinas. Granito. La encontramos en la torre de la casa de las Cadenas y en el torreón de Lozoya.

MU.1.3. Mampostería con sillería en las esquinas. Caliza. La encontramos en el Torreón de Hércules, en este caso, con la junta resaltada con mortero y restos de escoria incrustada.

Tipo uno. Modelo MU.1.4. Piedra. Mampostería

Mampostería continúa en todo el perímetro de la torre, formada por piezas de tamaño pequeño y mediano, en ocasiones de diferente procedencia, que advierte su posible reutilización. Se encuentra, en la torre poligonal de la casa de las Cadenas y en la parte alta de la torre de muralla de la casa de los Picos.

Tipo uno. Modelo MU.1.5. Piedra. Tapia de cal y canto

Se diferencia de la mampostería en su aspecto exterior con mortero que asoma sin dejar ver la piedra. Se trata de tapia de cal y canto. Se mantienen las líneas de mechinales que ayudaron al montaje del encofrado. Lo encontramos en la parte alta de la torre de las Dominicas.



Figura 9
Tipo dos. Esquema de los modelos constructivos característicos en fábrica de ladrillo y tapia (Escobar 2015)



Figura 10
Torre de la muralla en la casa de las Cadenas (Escobar 2014)

Tipo dos. Ladrillo y Tapia

El tipo dos está construido con fábrica de ladrillo y alternancia de cajones de tapia, nos presenta unas características constructivas caracterizadas en el uso de fábrica de ladrillo en las esquinas y machones dejando los cajones intermedios. Son varias las torres construidas con este modelo constructivo, que son la Cascales-Barros, Oquendo, torre dos de casa Eraso, torre del seminario y parcialmente la torre del regidor Diego de Rueda.

Se establece una variable, en función del material del cajón que lo encontramos de tierra o cal y canto. También varía la disposición de los cajones, situados en toda la altura del muro o de manera aleatoria. La disposición de los mechinales es diversa, encontrando ordenados o aleatorios, incluso de las distintas fachadas de una misma torre.

Tipo tres. Mixto piedra y ladrillo

El tipo tres agrupa los sistemas constructivos que utilizan alternativamente la piedra y el ladrillo, se trata de un modelo constructivo utilizado de manera parcial en las torres, en momento constructivos posteriores a la construcción original. Se establece una variable en función de la disposición de los dos materiales.

MU.3.1. Mixto piedra y ladrillo. Aleatorio. Torre de la muralla junto a la casa Cadenas. Predomina la mampostería, con las esquinas conformadas en fábrica de ladrillo.

MU.3.2. Mixto piedra y ladrillo. En hiladas. Torre Regidor Diego de Rueda. Mampostería de piedra alternando doble hilada de ladrillo.

Variables de revestimiento

Por último, la variable que nos proporciona una información sobre el revestimiento o acabado superficial que puede cubrir la fábrica del muro, como aspecto exterior, que tiene la doble función de proteger y decorar. Encontramos la clasificación siguiente: Sin revestimiento, cuando se deja visto el material de fábrica; con la junta de mortero resaltada o mampostería historiada, cuando se resalta la junta con finalidad decorativa, con la variable de tener o no escoria



Figura 11
Tipo tres. Esquema de los modelos constructivos característicos en técnica mixta ladrillo y piedra (Escobar 2015)



Figura 12
Variables del revestimiento (Escobar 2015)

incrustado en el mortero de la junta; y el revestimiento con esgrafiado, cuando se cubre con revoco decorado, tradicional y repetido en toda la ciudad, se trata de un revestimiento de mortero de cal, habitualmente dado en varias capas, que perfila y recorta con ayuda de plantillas las formas geométricas. Lo encontramos en dos situaciones distintas. Aplicado sobre todo el paramento de la fachada o solamente cubriendo los cajones de tapial.

Conclusiones

Analizar los muros de fábrica de las torres medievales de Segovia, nos permite concluir lo siguiente: Las torres construidas a finales de la Edad Media tienen una doble funcionalidad entre la residencial y la defensiva. Cada una de ellas tiene una singularidad constructiva que la diferencia de las otras. Los modelos constructivos pueden agruparse en tipos y variables dependiendo del material, técnica constructiva y revestimiento.

Son tres los modelos constructivos característicos definidos por el material predominante de su fábrica. El primer tipo agrupa las torres construidas en piedra, bien sea en sillería, mampostería o alternancia de ambas; encontramos la mampostería de piedra con sillares en las esquinas para los torreones más altos y resistentes. El segundo tipo agrupa las torres construidas en fábrica de ladrillo con cajones de tapia de cal y canto o tierra calicastrada predominante en las torres de menor altura y de cronología en torno al siglo XIV. Por último, el tipo tres agrupa la técnica mixta que alterna piedra y ladrillo en su fábrica, y que se encuentra de forma parcial en ampliaciones o reparaciones posteriores a la construcción original de la torre.

Teniendo un predominio de la técnica mixta que alterna materiales en los muros, estos se caracterizan por tener un comportamiento uniforme en todo su espesor, reforzando las esquinas con sillería. Los muros tienen una anchura variable entre ochenta centímetros y dos metros para resistir el empuje de forjados de madera o bóvedas que cubren los niveles inferiores de los torreones de mayor resistencia. Algunas de las torres tienen varios modelos constructivos superpuestos lo que señala momentos constructivos diferentes. Para terminar destacar que estas torres medievales conforman la silueta urbana que constituye el paisaje urbano histórico de la ciudad.

MODELOS CONSTRUCTIVOS CARACTERISTICOS de las TORRES												
	MU.1.PIEDRA					MU.2. LADRILLO Y TAPIA		MU.3. LADRILLO Y PIEDRA		REVESTIMIENTO		
	MU.1.1. SILLERIA	MU.1.2 MAMPOSTERIA SILLERIA EN ESQUINA	MU.1.3 MAMPOSTERIA POR HILADAS	MU.1.4. MAMPOSTERIA DESCONCERTADA	MU.1.5. CAL Y CANTO	MU.2.1. TAPIA DE TIERA	MU.2. 2. TAPIA CAL Y CANTO	MU.3.1 ALEATORIO	MU.3.2. POR HILADAS	SIN REVESTIMIENTO	JUNTA RESALTADA	ESGRAFIADO
HERCULES		MU.1.2.ca									B,	
DOMINICAS			MU.1.3.ca		MU.1.5.					A		
LOZOYA1		MU.1.2.gra										C,
LOZOYA2						MU.2.2				A		
A. DAVILA		MU.1.2.gra										C
CADENAS 1				MU.1.4.				MU.3.1.		A	B	
CADENAS 2		MU.1.2.gra								A		
CADENAS 3				MU.1.4.						A		
PICOS	MU.1.1.			MU.1.4.						A		
SEMINARIO							MU.2.2				B	
ALPUENTE							MU.2.2.					C
OQUENDO							MU.2.2.			A		
RUEDA				MU.1.4.		MU.2.1			MU.3.2.	A		

Figura 13
Tabla de los modelos constructivos característicos de las torres de Segovia

Lista de referencias

Castro Villalba, Antonio. 1996. *Historia de la construcción medieval. Aportaciones*. Quaderns d´Arquitectes, 15. Barcelona: Edicions UPC.

Cómez, Rafael. 2006. *Los constructores de la España medieval*. Sevilla: Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla.

Contreras y López de Ayala, Juan de. 1919. «La casa Segoviana. Las casas-fuertes torreadas». *Boletín de la sociedad española de excursiones*. 1º de septiembre 1919. Madrid.

Contreras y López de Ayala, Juan de. [1921] 2010. *La casa segoviana*. Segovia: Caja Segovia.

González Moreno-Navarro, José Luis. 1993. *El legado oculto de Vitruvio*. Madrid: Alianza Forma.

Laffarga Osteret, José y M. Olivares Santiago. 1995. *Materiales de Construcción*. Sevilla: Editan.

López Jaen, Juan. 1987. «Estructuras de masa. El muro». *Mecánica y Tecnología de los edificios antiguos,* Madrid: Colegio Oficial de arquitectos Madrid. 193-224.

Mark, Robert. 2002. *Tecnología arquitectónica hasta la revolución científica. Arte y estructura de las grandes construcciones*. Madrid: Akal.

Marta, Roberto. 1989. *Tecnica costruttiva a la Roma nel medievo.* Roma: Edizioni Kappa.

Mas-Guindal Lafarga, Antonio José. 2011. *Mecánica de las estructuras antiguas ó cuando las estructuras no se calculaban*. Madrid: Munilla-Lería.

Mileto, Camila y F. Vegas. 2010. «El análisis estratigráfico. Una herramienta de conocimiento y conservación de la arquitectura». *Arqueología aplicada al estudio e inter-*

pretación de edificios históricos. Últimas tendencias. Madrid: Ministerio de Cultura.

Miranda Sánchez, Antonio. 1995. *Muros de Toledo*. Toledo: Colegio Oficial de Arquitectos de Castilla La Mancha. CSIC.

Parenti, Roberto. 1995. «Historia, importancia y aplicaciones del método de lectura de paramentos». *Informes de la construcción,* nº 435. Madrid: Instituto Eduardo Torroja. 19-30.

Parenti, Roberto. 1988. *Sulle possibilità di datazionee di classificazione delle murature*. Firenze: All´Insigna del giglio. 280-340

Paricio Ansutegui, Ignacio. 1996. *La Construcción de la Arquitectura vol 2: Los Elementos.* Barcelona: Institut de Tecnología de la Construción de Catalunya. ITEC.

Rodríguez Saumell, Joaquín. 1998. *Tipologías de muros, fachadas y valores de significación en la Arquitectura.* Sevilla: Universidad de Sevilla.

Ruiz Hernando, J.A.; A. Zamora y M.A. Chaves. 2010: *La casa segoviana, de los orígenes hasta nuestros días.* Segovia: Caja Segovia.

Serra Hamilton, Alberto. 1997. *Términos ilustrados de arquitectura, construcción y otras artes y oficios*. Madrid: Colegio oficial de aparejadores y Arquitectos Técnicos de Madrid.

Tabales Rodríguez, Miguel Angel. 2002. *Sistemas de Análisis Arqueológico de edificios históricos*. Sevilla: Universidad de Sevilla.

Valenzuela Montalvo, Eva María. 2001. «Las fábricas en la Edad Media». *La técnica constructiva en la Edad Media.* Sevilla: Universidad de Sevilla. 209-234.

Vela Cossío, F. 2005. «Arqueología de la Arquitectura. Método de investigación en historia de la construcción y herramienta del proyecto de restauración». *Los estudios preliminares en la restauración del patrimonio arquitectónico*. Madrid: Mairea libros. 67-84.

Vitruvio. *Compendio de los diez libros de Arquitectura*. Por Claude Perrault. Facsímil traducida al castellano por Joseph Castañeda, Madrid año MDCCLVI. 1981. Murcia: Comisión de cultura del colegio de aparejadores y arquitectos técnicos de Murcia.

Tecnología constructiva de las cabañas de madera (log-houses) en las Laurentides (Quebec, Canadá)

Mariana Esponda Cascajares
Ignacio Javier Gil Crespo

La región de las Laurentides

La cadena montañosa de las Laurentides (provincia de Quebec, Canadá) se extiende paralela al norte del río San Lorenzo desde la región de los grandes lagos hasta la península del Labrador. Se trata de una sucesión de colinas y montañas cuyas máximas cotas apenas superan los 1.100 metros de altura. Bajo el topónimo de las Laurentides se designa a una región administrativa de la provincia de Quebec al noroeste de Montreal. El trabajo de investigación se ha ceñido a un área representativa de la región de las Laurentides: los municipios de Mont-Tremblant (formado por las entidades de población de Mont-Tremblant, Saint-Jovite y Saint-Jovite Parish) y de Lac Tremblant-Nord. El sistema de lagos del área de estudio está dominado por el Lago Tremblant, si bien entre las colinas se ubican otros lagos como el Caché, el Gélinas, el Mercier, el Ouimet o el Duhamel. El desagüe natural de estos lagos se produce a través de arroyos y riachuelos que vierten al río du Diable.

El clima de la zona está condicionado por factores geográficos regionales como la latitud, la situación en el interior del continente, la altitud y por factores geográficos locales como el relieve y el sistema lacustre y de redes hidrográficas. La presencia de la montaña de Mont-Tremblant y la direccionalidad del valle abierto por el río du Diable conducen los vientos que son responsables de algunas diferencias climáticas entre las distintas comarcas, así como entre el lecho de los valles (clima más templado y húmedo) y las zonas altas de las colinas y montañas (clima más frío y ventoso). El clima se puede catalogar como continental frío, con fuertes oscilaciones de temperatura tanto diarias como estacionales. Estas condiciones favorecen el crecimiento de las coníferas en los grandes bosques que, hasta cuando el padre Labelle explora esta región a mediados del siglo XIX, sólo habían sido explotados por los algonquins que temporalmente habitaban la zona.

De los Algonquins a los asentamientos madereros

Las tribus nómadas –antepasados de los algonquins e iroquois– constituyeron los primeros asentamientos en la región de las Laurentides. Los primitivos signos de ocupación humana aparecen en la región del río de Ottawa hace 8000 años (Morrison 2003, 20), pero en mayor abundancia hace 6000 años. A través de las excavaciones arqueológicas cerca de la Isla Morrison y de la Isla Allumette por Clyde Kennedy, entre otros, se han encontrado una gran variedad de utensilios, que incluyen piedras y huesos como herramientas. Estos grupos seguían un ciclo estacional para cazar y pescar y después realizaban intercambios comerciales en grandes distancias.

Los algonquins fueron desplazados hacia otras regiones a mediados del siglo XIX cuando llegaron los pioneros franceses e ingleses a las Laurentides. Los asentamientos europeos buscaban oportunidades

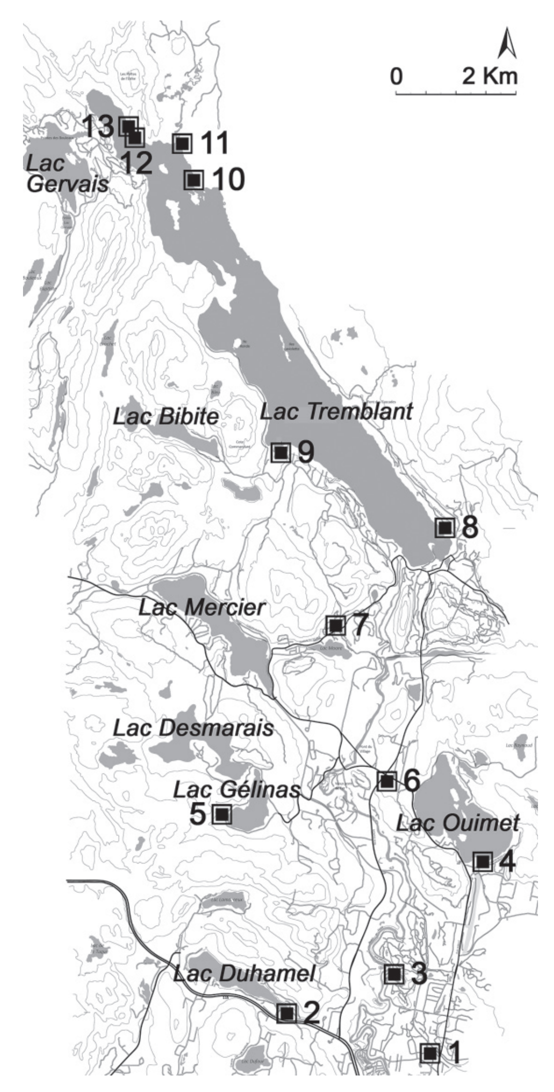


Figura 1
Mapa de situación de las cabañas documentadas en el entorno de Mont-Tremblant (dibujo: Anoushae Eirabie)

agrícolas y forestales. En 1858, el topógrafo George N. Allbright menciona en su informe que los hermanos Hamilton, dueños de un aserradero en el Río Ottawa, ya estaban talando árboles en la zona que hoy es el municipio de Mont-Tremblant. Diez años después dos comerciantes, John Roche y James Connelly, obtuvieron los derechos para la tala de bosques en la zona del Lago Tremblant. La inmensa presencia de bosques coníferos y ríos facilitó el transporte de troncos desde zonas de difícil acceso.

Los troncos talados en los bosques cercanos al lago Caché descendían flotando por el río homónimo hasta el lago Tremblant. Llevados por el curso del agua, se amontonaban en el punto de rebose hasta que saltaban una pequeña caída hacia el río du Diable. Este río es tributario del río Rouge y desde este curso se vierte al río des Outaouais, que vierte sus aguas en el río San Lorenzo unos kilómetros aguas arriba de Montreal. Ya en este gran curso de agua (desagüe natural de los grandes lagos) los troncos se conducían hasta el puerto de Quebec y la costa y eran embarcados hacia Gran Bretaña para destinarlos a la construcción de barcos.

Las actividades forestales constituyeron la industria más importante de Canadá hasta mediados del siglo XX. Los leñadores y los que transportaban los troncos por el río fueron los grupos que más colaboraron para establecer los asentamientos en el territorio y que formarían los núcleos urbanos de Saint-Jovite y el hoy municipio de Mont-Tremblant.

Se considera que el Padre Antoine Labelle (1833-1891) es el fundador de los asentamientos de la región del norte, que hoy recibe el nombre de Alta Laurentides. En 1870, el padre Labelle con la ayuda de algunos algonquins inicio la primera expedición al Valle del Diablo y descubrió la montana más alta de la región: la *Manitonga Soutana, hoy la Montana de Mont Tremblant*. La intención de este nuevo asentamiento era crear mejores condiciones de vida y solucionar la crisis demográfica para evitar que los franco-canadienses emigraran hacia Nueva Inglaterra. Entre 1874 y 1881, alrededor de 200 familias atravesaron la ruta del Norte y se establecieron en los Cantones de Salaberry y Grandison, que hoy forman el municipio de Mont-Tremblant. El Padre Labelle construyó la línea del ferrocarril en St. Jovite en 1892 para fomentar el desarrollo económico de la región. La población era, por tanto, de origen francés. De hecho, se considera que Saint-Jovite es el punto de encuentro entre los asentamientos anglófonos (provenientes de lo que hoy se considera la provincia de Ontario) y los francófonos (desde Montreal). Los propietarios de las industrias madereras, sin embargo, eran ingleses. Las compañías de concesión de la explotación maderera de los bosques cercanos al Lac Tremblant fueron, entre otras concesionarias, la Ottawa Lumber Co y la Charlemagne et Lac Ouareau Lumber Co (*Historica Canada* 2015).

Una tradición importada y su adopción: la Log-Cabin en América

La cabaña de madera de troncos apilados, la *log-cabin*, es uno de los tipos arquitectónicos y constructivos más difundidos por Norteamérica, si bien cada vez se conservan menos ejemplares. Su utilización se remonta a la época de los primeros colonos, no sólo ingleses, sino también escandinavos y alemanes que trajeron sus modos de hacer y desarrollaron un lenguaje vernáculo propio. La cabaña de madera basa su razón de ser en dos principios fundamentales: la economía de la construcción y el carácter pionero y semi-nómada de estos asentamientos.

1. Economía de la construcción. Una de las principales características de la arquitectura vernácula es su economicidad, esto es: se emplean los materiales constructivos del lugar, con la técnica constructiva aprendida durante generaciones y con un uso eficaz de los recursos naturales y del trabajo humano. El medio natural en el que se desarrollan los asentamientos de cabañas de madera construidas con troncos apilados está caracterizado por ser un clima frío continental (con altas oscilaciones térmicas anuales y diarias e inviernos muy fríos) y por tener grandes bosques de coníferas en la cercanía de lagos y cursos de agua. Estas características generales son comunes a los emplazamientos de la *log-cabin* estadounidense, la *log-house* quebequense, la *izba* rusa, las *gospodarie* rumanas, la *blokbau* alemana, los *almhütten* austriacos, los graneros y viviendas en los alpes suizos, las casas de Suecia, Finlandia, Noruega y los países Bálticos, las iglesias *Boyko, Lemko y Hutsul* de los Cárpatos en Polonia, Ucrania, Eslovaquia y Rumanía o las viviendas de las montañas Tatry de Polonia y en Moravia y Bohemia. Pero no sólo en Europa se da este tipo de construcción: también en Tíbet, en el Nuristán (Afganistán) y en Japón, entre otros lugares, hay una tradición constructiva de apilar troncos para construir viviendas y templos (Oliver 2003, 111-114).

A pesar de que en estos territorios también hay disponibilidad de otros materiales de construcción como la piedra, es la madera la que ha marcado la cultura material. El suelo suele estar cubierto de nieve muchos meses al año. La masa boscosa y las raíces de los árboles impiden la extracción limpia de la piedra con facilidad. Sin embargo, la madera se corta mejor en condiciones de invierno al no circular savia en su interior –algo que ya recomendaba Vitruvio, entre otros– y la nieve no sólo no dificulta sino que puede facilitar el traslado de los troncos en trineos o simplemente arrastrados por los arroyos durante el deshielo. Sólo el hecho de desbrozar y clarear parte de un bosque para establecer un asentamiento ya suministra el material necesario para la construcción de una cabaña de madera, que se levanta con rapidez y con un uso mínimo de herramientas: un hacha es casi suficiente. El mismo material se emplea tanto para los muros como para los forjados, cubiertas y carpinterías.

2. Carácter pionero y semi-nómada. La expansión territorial requiere el rápido asentamiento de grupos humanos. Las cabañas de madera ofrecen un hogar seguro, de construcción ágil y estable para las familias que emigraban y colonizaban los grandes territorios del oeste de Estados Unidos o los colonos que se asentaron al norte del río San Lorenzo en la provincia de Quebec. No necesitaban transportar materiales ni herramientas de construcción y tan sólo con encontrar una zona de bosque –que también suministra caza y recolección de frutos– era suficiente para establecer un asentamiento. A su vez, la rápida construcción de la cabaña de madera favorece también el transporte de sus piezas en caso de necesidad de cambiar de asentamiento.

Los restos más antiguos que se conservan de cabañas de troncos apilados se encuentran en Polonia y son del siglo VIII a.C. Los emigrantes fineses y suecos que llegaron a partir de 1638 a Estados Unidos construyen sus primeros refugios siguiendo su tradición, cuando se asientan en el valle del río Delaware (Weslager 1969; Oliver 2003, 113; Bahamón y Vicens 2008, 9-10; May 2010, 132). El contacto con otros inmigrantes europeos de Ucrania y, principalmente, de Alemania que llegan a Pensilvania a comienzos del siglo XVIII hace que los tipos constructivos se fusionen. A pesar de que las primeras construcciones levantadas por los colonos alemanes eran de cierta calidad arquitectónica y constructiva –con planta rectangular, chimenea central y varias habitaciones, denominada *saddlebag house*–, pronto el tipo se simplifica ante la precariedad de los primeros asentamientos y por la influencia inglesa y deriva hacia el uso de viviendas de una única estancia que dejan la chimenea adosada al exterior de uno de los muros testeros, la *I-house* (Oliver 2003, 114; McAlester 2006, 82-83).

El éxito de esta técnica en cuanto a economía, adaptación y acondicionamiento del hábitat provocó que los emigrantes escoceses e irlandeses, que no poseían esta tradición en sus tierras de origen, la adoptasen, al contrario que los ingleses, que siguieron empleando la fábrica de mampostería de piedra o ladrillo así como el entramado de madera en sus nuevas fundaciones (May 2010, 132; McAlester 2006, 33-34), dando lugar a otras tradiciones constructivas en Norteamérica. Además de este foco de la costa atlántica, la población rusa que se asienta en Alaska también importa su tradición y la desarrolla no sólo en refugios temporales o pioneros sino que construye durante el siglo XIX ciudades enteras, como Circle City en Yuron donde hay viviendas de mayor desarrollo funcional y constructivo –empleando troncos prismáticos con encuentros cajeados–, iglesias y otros tipos arquitectónicos. La expansión hacia el oeste desde finales del siglo XVIII, cuando se produce la independencia de los Estados Unidos, favorece el movimiento migratorio de familias que, en caravanas de carromatos, se fueron instalando en los territorios vírgenes del Oeste. Las nuevas ciudades, con todo tipo de edificios como escuelas, estaciones postales, iglesias, cárceles, tabernas, secaderos de tabaco, hostales…, se levantan con la técnica del apilamiento de troncos (Bahamón y Vicens 2008, 9-12).

Tal fue el éxito de la técnica que hasta los indios americanos aborígenes como los navajos la emplearon cuando abandonan su nomadismo y se vuelven sedentarios (en cierto modo, obligados). Este tipo de vivienda, el *hogan* presentan una planta circular o rectangular en torno a un hogar central con distribución perimetral y separando el lado masculino (al norte) del femenino (al sur). La construcción de los muros se realiza con el apilamiento de troncos, cuyo giro sucesivo desde la planta circular permite construir la cubierta en forma de falsa bóveda, dejando un hueco central cenital de iluminación y evacuación del humo (Oliver 2003, 173-174).

A pesar del carácter pionero y, a veces, temporal o efímero de esta construcción, la memoria colectiva ha adoptado esta construcción como parte de su cultura material, principalmente a finales del siglo XIX. La *log-cabin* simboliza el espíritu pionero nacional estadounidense y forma parte de su historia, tradición y folclore: esto explica que haya sido empleado en los centros de los Parques Nacionales y en edificios representativos (May 2010, 132).

Cabañas tradicionales de madera en Tremblant

La arquitectura vernácula de la provincia de Quebec es el resultado de la adaptación doméstica de los antecedentes de Francia que se han modificado para compensar los nuevos retos climáticos. Según Michel Lessard, en el siglo XVIII las casas eran muy similares en cuanto a la forma geométrica, pero con el tiempo los colonizadores modificaron la concepción del espacio interior y recrearon un microclima viable para cada estación. La orientación, materiales, técnicas constructivas y la forma representan la especificidad del contexto de Quebec, el aspecto socio cultural y el medio ambiente hostil. Las extremas condiciones invernales influyeron en la inclinación del techo, la ubicación y el número de ventanas y puertas, la selección de materiales, la dimensión de los espacios habitables y las posibilidades de calefacción, para obtener un mejor aprovechamiento energético (Lessard 1972, 84).

Como ha quedado explicado en la publicación *Material Culture: Square log cabins in the Village of Mont-Tremblant* (Esponda 2015), el estudio detallado de las primeras cabañas de madera de la zona de Mont-Tremblant de 1874 a 1910 revela que los colonizadores le daban mucha importancia a la elección del lugar: la dirección de los vientos dominantes, la orientación y el soleamiento, la pendiente del terreno, el uso de los materiales vernáculos y el conocimiento de las condiciones naturales del lugar. La mayoría de los terrenos elegidos para la construcción estaban cerca de arroyos asegurando el continuo paso de agua durante el invierno. Normalmente este hábitat era ideal como fuente de alimento debido a que se podía pescar. Generalmente, las casas estaban orientadas al sur de tal manera que tres de sus fachadas estaban expuestas al sol la mayor parte del día, mientras que la fachada norte quedaba semienterrada, o bien se acercaba a la pendiente o se protegía por la propia vegetación.

Las proporciones mínimas de las primeras viviendas eran de planta rectangular 4,8 × 6 metros (16 ×20 pies). La cabaña se orienta con uno de sus lados largos al sur, quedando los testeros orientados al este y al oeste. Tanto en la fachada septentrional como en la meridional se abren ventanas para ayudar a la ventilación cruzada que, en condiciones de verano, acondiciona el ambiente interior. Las ventanas de la fachada norte son de pequeñas dimensiones.

Inicialmente, no había compartimentación interior: se vivía y se comía en el mismo espacio. Con el paso del tiempo se colocaron particiones de madera. La altura del entresuelo era baja: aproximadamente de 2,20 metros. De esta manera se preservaba mejor el calor durante el invierno. Algunas cabañas tenían chimenea mientras que otras tenían un aparato de calefacción.

Las cubiertas a dos aguas presentaban una pendiente comprendida entre 27 a 45 grados. Al no tener una pendiente demasiado acusada, la nieve se acumulaba en la cubierta. Así colaboraba en el aislamiento térmico y reducía la pérdida del calor interno además de captar mejor la radiación solar. Una de las características más importantes que demuestra la adaptación a las intensas nevadas es la curva en la parte inferior de la cubierta, conocida como *coyau*. El material de cubierta consiste en el solape sucesivo de unas piezas rectangulares de cedro de 12 por 80 cm que, además de impermeabilizar, facilitaban la circulación de aire.

Las casas vernáculas demuestran la realidad sociocultural y económica de su época. La mayoría se construían en un corto período de tiempo (normalmente en primavera y verano) y con un presupuesto muy ajustado. Algunas veces, los troncos de madera se asentaban directamente en el suelo y, en pocos casos, por debajo de los troncos se colocaba una plataforma de piedra (no mayor de 30 cm) o de madera. Solo en un caso estudiado existe un pequeño sótano. A partir de 1930-1940, se procedió al revestimiento exterior a base de tablillas de madera y se ampliaron con nuevas construcciones adosadas para adaptar las viviendas originales a unas condiciones de vida que requerían más habitaciones, intimidad y mejores condiciones higiénicas y de salubridad. A partir de los años setenta algunas fueron trasladas a otros sitios, destruidas o dejadas al olvido: en 2011, en plena calle principal de Saint Jovite, cuando se estaba procediendo a la demolición un edificio de dos plantas, salió a la luz una de las casas originales de los colonizadores. En consecuencia, las cabañas se pueden clasificar en función de su época de construcción. Así, se distinguen cuatro grupos cronológicos (el número entre corchetes indica su situación en el plano de la figura 1):

1. Cabañas de primer asentamiento (1874-ca.1920): casa Thibault/Archambault I en Lac Duhamel (1874) [1], Ferme Lafleur en Lac Ouimet (ca.1875) [6] y casa Bréard en Lac Gélinas (1898) [5].
2. Cabañas originales reubicadas entre 1960 y 2000: casa Plourde en Lac Mercier (1850-1980) [7], Refuge des Draveurs (1850-2007) [3] y casa Dr. Curtis (1860-ca.1960) [4].
3. Refugios de los pintores en Lac Tremblant-Nord: casa Outhet (ca.1917) [11], casa Cullen (ca.1920) [12], casa Holgate y [10] Lac-Tremblant-Nord Marina [9].
4. Cabañas de nueva construcción (2000-2015): casa Archambault II en Lac Duhamel (2007) [2] y casa Archambault III en Lac Narcise (2010)



Figura 2
Conjunto de la Ferme Lafleur (ca.1875). La parte derecha de la edificación principal fue trasladada desde la ciudad de Quebec, mientras que el almacén que se observa en un segundo plano fue movido desde Saint Jovite (fotografía: MEC&IJGC)

La casa tradicional de las Laurentides se acompaña de otras construcciones auxiliares como lecheras, leñeras, cabañas para conservar el hielo (*ice-box*) y retretes, formando un sistema arquitectónico. Las casetas para el hielo se utilizan para conservar el hielo durante los meses de verano. Los lagos se hielan en invierno. Esta gruesa capa de hielo se puede serrar y extraer bloques que se van colocando dentro de la caseta. Entre cada capa de bloques de hielo se intercala una capa de serrín. La puerta, de pequeña dimensión, se sitúa al norte para evitar la entrada de luz y calor.

La técnica constructiva de las *log-houses* tiene la capacidad de trasladar la vivienda de un sitio a otro, como así ha ocurrido con algunos de los casos estudiados. La casa Plourde era la antigua estación postal de Saint-André-Avellin (ca.1850), si bien más ade-



Figura 3
Casa Reeke en invierno, con el lago helado (fotografía: MEC)

lante se trasladó a su emplazamiento actual. La cubierta se ha aprovechado de una granja. El Refuge des Draveurs que actualmente se emplaza en el Golf Le Maître se trasladó desde Saint-Eustache y la construcción actual se ha realizado con piezas procedentes de dos viviendas: una para los troncos de los muros y otra para la estructura de la cubierta.

Las casas de Lac Tremblant-Nord difieren en su carácter a las de Mont-Tremblant, ya que no tienen el carácter permanente que tienen estas últimas. Se tratan de refugios de caza o casas temporales y estas características se reflejan en su construcción más sencilla. Además de emplear troncos redondos en vez de escuadrados –lo que reduce el trabajo de preparación de las piezas y evita encuentros de mayor complejidad geométrica–, las piezas de madera de las cubiertas no se labran para acomodar sus encuentros, sino que tienden a utilizar uniones simplemente claveteadas.

Tecnología constructiva

El sistema constructivo de las *log-houses* consiste en colocar horizontalmente troncos de madera. Específicamente, las primeras construcciones del siglo XVII-XVIII cerca de Montreal y Quebec City (Baja Laurentides) el espesor varía desde 10 a 12 pulgadas. Los troncos de madera de pino blanco eran más gruesos, ya que aún no se había comenzado con la explotación masiva de árboles en la región. Debido a la extensa industria forestal que a finales del siglo XIX transportaba la madera a Europa, los troncos de

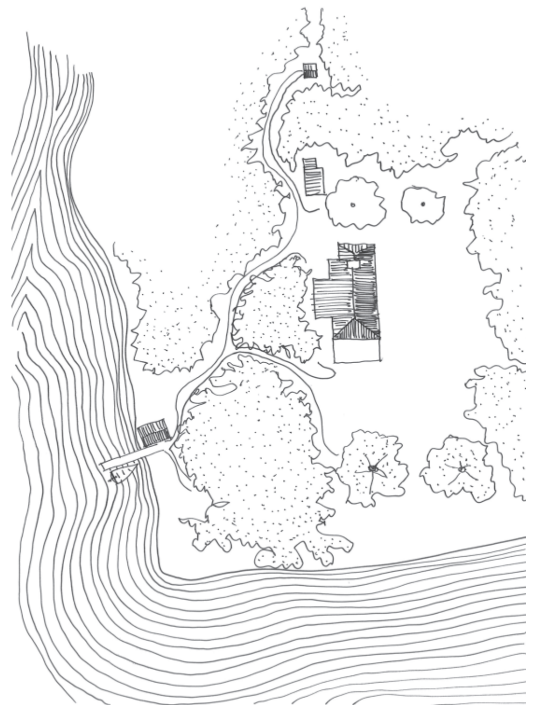


Figura 4
Plano de situación de la casa Outhet (1917) y los edificios auxiliares (embarcadero, cabaña de aperos y retrete), en el Lac Tremblant (dibujo: IJGC)

mayor grosor fueron talados. De este modo, la mayoría de las casas que se construyeron en la región de Mont-Tremblant (Alta Laurentides) se hicieron con los remanentes de la madera de pino blanco o con la picea, ambos de menor espesor y calidad. El tamaño varía de 6 a 8 pulgadas, y en pocos casos, el grosor es de 10 pulgadas.

En la zona de estudio de Mont-Tremblant coexisten tres tipos constructivos sobre la colocación de la madera. En primer lugar, se detectaron troncos redondos de manera horizontal para construcciones temporales tipo refugios/cabañas para cazar en medio de la montaña o en pequeñas construcciones auxiliares para almacenar hielo o alimentos. En segundo lugar troncos rectangulares de manera horizontal para la mayoría de las viviendas permanentes en los pueblos. Y, por último, en menor proporción, troncos redondos colocados de manera vertical utilizados para viviendas en la zona de Lac Tremblant nord. En

la mayoría de los casos que se utilizaron troncos rectangulares, ambas esquinas se conectaron a través de la unión de cola de milano, formando una rígida interconexión. También existe en las esquinas otra unión, conocida como *glisser*, que consiste en el deslizamiento de piezas horizontales en un poste vertical a través de una conexión machihembrada.

Sistemas verticales

La construcción de muros se realiza a base de apilar troncos dispuestos en horizontal. Se eligen los troncos continuos con toda la longitud que finalmente va a tener cada fachada (o se determina ésta en función de los troncos disponibles). Hay dos tipos fundamentales: muros de troncos sin escuadrar y muros de troncos escuadrados. Tan sólo se ha encontrado un caso de un muro de troncos dispuestos en vertical. Los primeros emplean troncos en los que se les han aserrado dos caras planas que facilitan la colocación y mantienen un grosor de muro más o menos constante, mientras que los segundos se levantan con troncos aserrados buscando la máxima escuadría cuadrangular dejando las esquinas achaflanadas. Es un hecho usual el que se intercalen troncos de varios tamaños, esto es: entre cada dos gruesos se coloca uno más fino.

En las viviendas originales se advierte el empleo de troncos de dimensiones considerables, mientras que en las cabañas de las décadas de 1930-1940 los diámetros son más finos. En los años 1970, cuando la técnica escandinava fue traslada desde el oeste de Canada por Jacques Lariviére al valle de Mont Tremblant, se inicio un auge por construir casas contemporáneas a través de la técnica de *log-house*. El espesor de los troncos varía entre 12 a 14 pulgadas. La mayoría de esta madera se transportaba desde el oeste canadiense.

A medida que los bosques se han ido talando y, por lo tanto, renovando sus árboles viejos por otros más jóvenes, los troncos son de menor sección. En los casos documentados se puede observar que se utilizan árboles de unos 25-30 años para las construcciones auxiliares y de hasta 50 en vivienda. No obstante, se han medido grosores de más de 40 cm (16 pulgadas) en las cabañas más antiguas. Al ser un clima de cierta homogeneidad y donde no se suelen dar períodos de sequía, el crecimiento de los árboles



Figura 5
Muro de troncos de la casa Curtis (1860), donde se aprecia el empleo de conectores verticales y la esquina en cola de milano (fotografía: MEC&IJGC)

es relativamente uniforme. Esto se traduce en que la separación de los anillos de crecimiento es regular y que los tamaños de los árboles y sus troncos guardan cierta constancia. Así, un árbol de unos 25 años tiene un grosor de unos 12 cm, mientras que uno de 50 ronda los 20 cm.

Los maderos se sierran en sus lechos superior e inferior para facilitar el apilamiento y que el grosor del muro resultante sea constante. Es más, las caras laterales no siempre se desbastan y en algunos casos conservan la corteza, que hace la función de rústico revestimiento y protección. Entre los troncos se coloca una capa de esparto o paja que además de regularizar el contacto entre ambas superficies no completamente planas actúa como aislante térmico al rellenar los posibles huecos resultantes del contacto entre las dos caras aserradas.

Sin embargo, es en los encuentros de las esquinas donde se define la característica constructiva de estas cabañas. Los cuatro muros de la cabaña se construyen a la par, ya que los troncos se van maclando en las esquinas. A cada tronco, en sus extremos, se le practica unos rebajes para que encaje los que le acometen perpendicularmente. Por este motivo, los muros perpendiculares entre sí presentan un desfase vertical de medio tronco. Se pueden definir tres tipos distintos de encuentros. En los muros de troncos redondos éstos sobrepasan la arista de la esquina ya que el encuentro se construye a base de practicar uno o dos rebajes que acomoden la macla entre los dos

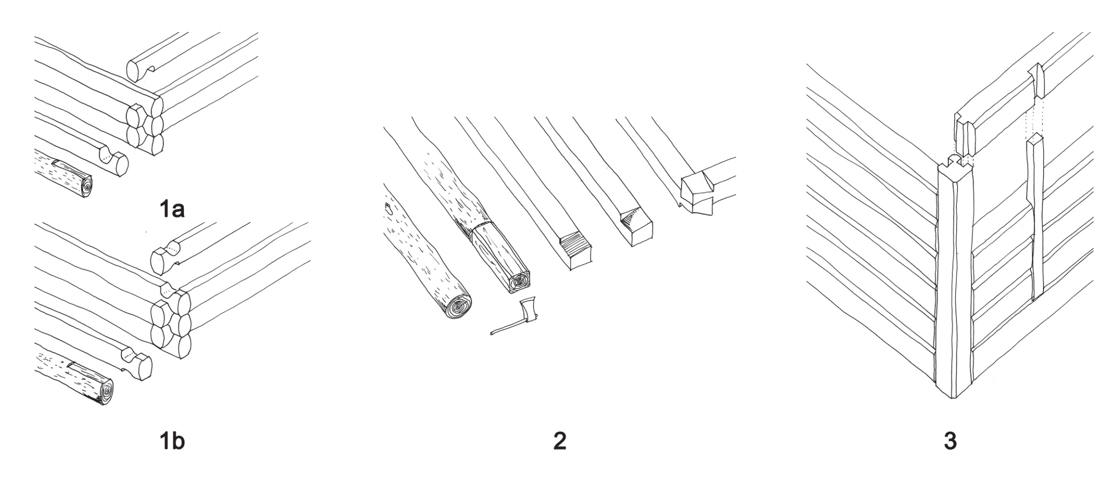


Figura 6
Muros de troncos redondos y de troncos escuadrados y tipos de encuentros en las esquinas (dibujo: IJGC)

cilindros. Una vez construidos los cuatro muros, se sierran los extremos de los troncos dejando un vuelo de unos 15-20 cm. Para la elaboración de esta técnica se necesita tan sólo un hacha y una sierra.

Los muros de troncos escuadrados tienen dos tipos de encuentros, de mayor complejidad constructiva y que requiere el empleo de más herramientas. El característico encuentro en cuña consiste en eliminar un prisma trapezoidal en los extremos de cada tronco y desde sus caras inferior y superior, de manera que encaje perfectamente con el mismo rebaje practicado en los dos troncos de la fachada perpendicular con los que se va a encontrar.

El tercer tipo de encuentro consiste en disponer en las esquinas de una pieza vertical o *glisser,* en la que se practican unas acanaladuras longitudinales donde se van encajando los troncos horizontales cuyos extremos han sido gracias a una espiga que es la que entra

Con el fin de garantizar la estabilidad en el mismo plano del muro y evitar el desplazamiento longitudinal, se ha observado, aunque sólo en unos pocos casos, el empleo de una suerte de guías verticales encastradas en todos los troncos.

Las maderas empleadas son las locales, tendiendo a preferir la madera de pino o de abeto.

La tabiquería interior es muy reducida, debido también a lo exiguo del espacio interior de la vivienda. La vida se realiza en una gran sala presidida por la chimenea, que suele situarse en uno de los muros testeros. Ésta se construye generalmente de piedra y, en algunos casos como en la casa Outhet, con un entramado de madera y mampostería de piedra.

Huecos

La apertura de los huecos se resuelve interrumpiendo los troncos. El dintel se forma, sencillamente, con el siguiente tronco que forma el muro. En las jambas y en el dintel se coloca un cerco directamente clavado para servir de soporte al marco de la puerta o ventana.

Las ventanas son de un tamaño relativamente grande (120 × 80 cm, con dos hojas) en la fachada meridional, mientras que en la fachada orientada al norte éstos son más reducidos (30 × 40 cm). La proporción de los huecos tiende a ser vertical en las cabañas construidas con troncos escuadrados y esquinas en cola de milano o *glisser*. Por el contrario, en las cabañas de troncos redondos en donde la construcción es de mayor sencillez, los huecos tienden a ser de vano horizontal. Las ventanas suelen ser acristaladas y de una o dos hojas con contraventanas. También hay ventanas de guillotina, de amplia tradición atlántica y noreuropea.

Sistemas horizontales

El forjado del suelo de la cabaña se realiza con tablas de madera apoyadas en rastreles de manera que que-

da separado del terreno. De esta manera se consigue una suerte de cámara ventilada y forjado sanitario. En algunas ocasiones hay rejillas de ventilación. Bajo este suelo se puede hacer un pequeño sótano, como ocurre en la casa Archambault (Lac Duhamel), que hace las funciones de silo o despensa y aprovecha la inercia térmica del terreno para mantener los alimentos a una temperatura fresca y constante.

Las vigas de forjados apoyan directamente sobre los muros perimetrales y su extremo asoma por la fachada exterior de la cabaña. Se han registrado unos tamaños más o menos constantes: la escuadría de las vigas de forjado tienden a ser de unos 12-13 × 17-18 cm y se separan entre 100 y 120 cm (dos pies) entre sí.

Cubiertas

Las cubiertas de las cabañas de las Laurentides se resuelven casi exclusivamente con dos aguas que vierten hacia los lados largos. Las cubiertas más sencillas son las de par y picadero. Los pares apoyan en la viga cumbrera o picadero y en el último tronco de los muros. Los encuentros cajean para facilitar el apoyo.

En las cubiertas de par y nudillo de la casa Archambault (Lac Duhamel) y en la del Refuge des Draveurs (si bien no es la original; se trasladó desde otra construcción coetánea) se aprecia el empleo de pasadores cilíndricos de madera que unen ambos elementos.

En las cabañas refugio de Lac Tremblant Nord construidas hacia 1920 se percibe cierto declive de la lógica constructiva ya que tanto en la casa Outhet como en el edificio de la Marina las armaduras de las cubiertas –ambas con porches– adquieren una complejidad resuelta con clavos de madera. El pragmatismo y facilidad de montaje de las uniones con clavos conlleva un deterioro del conocimiento de los encuentros constructivos de la madera, pero favorece la rapidez de montaje, la autoconstrucción y la elaboración de formas más complejas por parte de usuarios-constructores sin formación específica en el arte de la carpintería.

La formación de porches se resuelve de varias maneras. La forma más sencilla de proteger la puerta de entrada es con un tejadillo apoyado en unos jabalcones, como ocurre tanto en la casa Bréard (Lac Gélinas) como en la casa Archambault (Lac Duhamel),

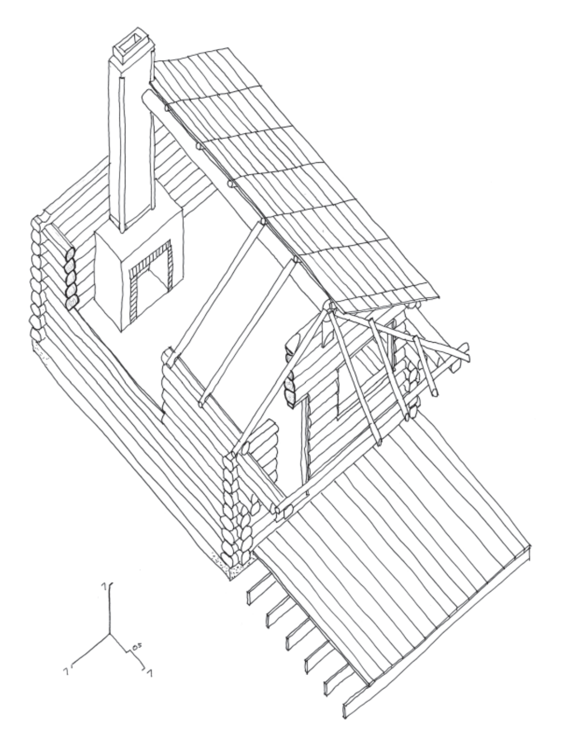


Figura 7
Axonometría constructiva de la casa Outhet en el Lac Tremblant, donde se aprecia la estructura de madera que forma el porche (dibujo: IJGC)

ambas pertenecientes al primer período de asentamientos.

El porche de la casa Outhet (Lac Tremblant) presenta una cubierta a tres aguas cuya armadura consta de limas y pares que parten del vuelo sucesivo de los troncos de los muros laterales y se encuentran, en la parte superior, en una ménsula apoyada en el muro testero y a la que se clavan.

Aunque en los casos estudiados no se encuentra ningún ejemplar, las fuentes orales informan de que en la región de Quebec es habitual encontrar sistemas de arriostramiento frente a esfuerzos laterales como el viento en las estructuras de cubierta. Estos arrisostramientos se resuelven con unas cruces de San Andrés situadas longitudinalmente entre el plano de los nudillos y la viga cumbrera.

Las cubiertas presentan un *coyau* o perfil característico en la parte inferior para definir el alero. La función de este cambio de pendiente es evitar el desprendimien-

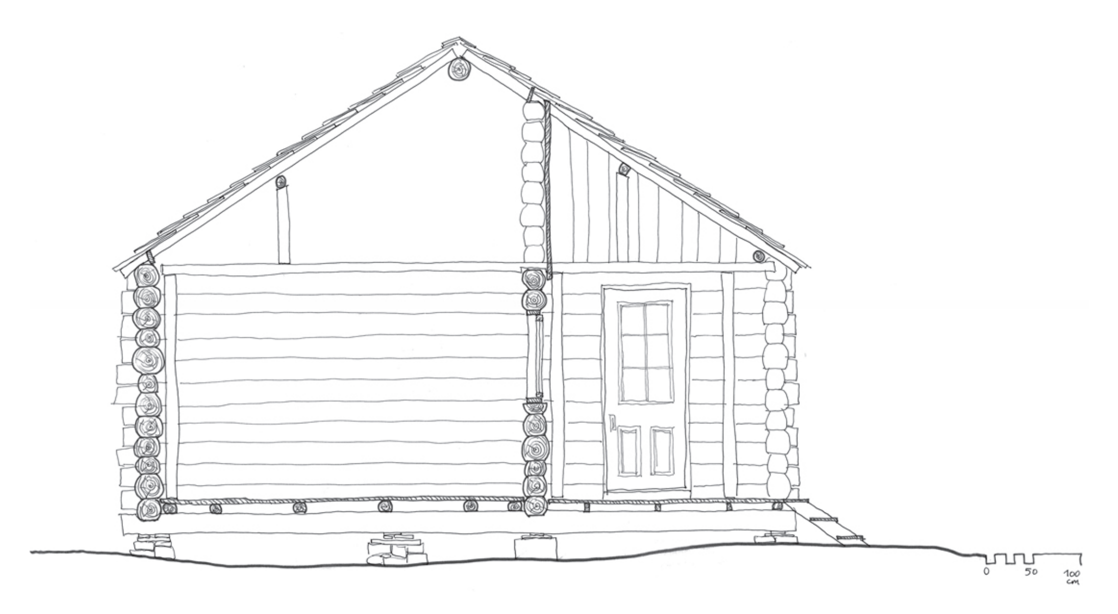


Figura 8
Sección de la cabaña original de la Marina de Lac Tremblant (ca.1925) (dibujo: IJGC)

to repentino de la nieve acumulada en la cubierta. En algunas ocasiones, como en la Ferme Lafleur (rue Labelle), el *coyau* se resuelve con unas piezas especiales de madera en las que se ha tallado la curva.

El material de cubierta tradicionalmente empleados han sido las planchas de corcho de cedro e incluso tapices de musgo, si bien se han perdido. Sin embargo, la necesidad de un mantenimiento continuo ha favorecido el cambio de estos materiales primigenios por tejas de madera y, más recientemente, por cubiertas de chapa de zinc. Las tejas tradicionales de madera son unas piezas alargadas (70 × 13 cm) y delgadas (18 mm) que se van solapando en dos tercios de su longitud.

Conclusiones

Este trabajo preliminar expone algunas de las características constructivas más relevantes de la técnica de las *log-houses* en la región de las Laurentides en Canadá. La lógica constructiva está marcada por el tipo de unión entre los troncos, habiéndose localizado tres encuentros principales: cajeado (simple o doble) del tronco cilíndrico, en cola de milano o machihembrado en una pieza esquinera o *glisser* (estos dos últimos, para troncos prismáticos). El trabajo de la madera de las primeras cabañas (finales del siglo XIX) es más preciso y constructivamente más correcto que las del segundo grupo (refugios de cazadores y cabañas de principios del XX). En las primeras, los troncos se escuadran y las esquinas se resuelven con encuentros en cola de milano. Las cubiertas de par y picadero o par y nudillo presentan encuentros a media madera y emplean pasadores de madera. Por el contrario, en los refugios del segundo grupo tipológico se tienden a emplear troncos sin escuadrar y los encuentros entre los elementos de las cubiertas se realizan con clavos metálicos. Este hecho se puede explicar en base al carácter de permanencia de los primeros asentamientos y a la colaboración de profesionales de la carpintería estructural en la construcción de las primeras cabañas.

Agradecimientos

La investigación, que inició la primera autora con el título *Technical, cultural and natural: «savoir-faire» in the Laurentians* y a la que se incorporó más tarde

el segundo, no se podría haber llevado a cabo sin la desinteresada ayuda de los entusiastas propietarios de las cabañas, que amablemente nos han abierto sus puertas y su cortesía, nos han ilustrado con su conocimiento e incluso nos han trasladado en su barco para documentar las cabañas: Louise Royer, Nicolá Todorovic, Denis Archambault, Pascal De Bellefeuille y Rickson Outhet.

Lista de referencias

André, Julien. 1985. *La maison de Bois Rond. Technique de construction scandinave*. Boucherville, Quebec: Editions de Mortagne.

Archambault, Denis. 2009. *Une belle histoire des pays d'en haut*. Serie de televisión. Caps. 1, 2, 3 y 4.

Bahamón, Alejandro y Anna Vicens Soler. 2008. *Cabana. Da arquitectura vernácula à contemporânea*. Lisboa: Argumentum.

Esponda Cascajares, Mariana. 2015. «Material culture: square log cabins in the village of Mont Tremblant». En *Community Built: Art, Construction and Preservation*. Nueva York y Londres: Routledge Press.

Garneau, François-Xavier. 2008. *Histoire du Canada depuis sa découverte jusqu'à nos jours*. Montreal: BQ.

Gourbiliere, Claire y Fabienne Joliet. 2010. «Emblematic Landscape of Lac-Tremblant Nord: Natural scenic area and cultural heritage asset». En *Encylopedia of French Cultural Heritage of North America*. Ottawa: Canada Interactive Fund at Canadian Heritage, Government of Canada. Enciclopedia en línea: www.ameriquefrancaise.org/en (última entrada: 31 de julio de 2015).

Laurin, Serge. 1989. *Histoire des Laurentides*. Québec: Institut Québecois de recherché sur la culture.

Lessard, Michel. 1972. *La Encyclopèdie de la Maison Québécoise*. Montreal: L'Editions de l'Homme.

Mackie, Allan. 1971. *Building with Logs*. Prince Georg: B. Allan Mackie & Ida Mary Mackie.

Mackie, Allan. 1977. *Notches of all Kinds. A Book of Timber Joinery*. Willowdale, Ontario: Firefly Books.

May, John. 2010. *Building without architects. A global guide to everyday architecture*. Nueva York: Rizzoli.

Mc Alester, Virginia, and Lee Mc Alester. 2006. *A field guide to American houses*. Nueva York: Alfred A. Knopf.

Morrison, James. 2005. Cultural Heritage. En *A background study for nomitation of the Ottawa river under the Canadian Heritage Rivers System*. Ottawa: QLF.

Oliver, Paul. 2003. *Dwellings*. Nueva York: Phaidon.

O'Rear, John y Frankie O'Rear. 1954. *The Mont-Tremblant Story*. New Jersey: A.S. Barnes and Company.

Phleps, Hermann. 1982. *The craft of log building: a handbook of craftsmanship in wood*. Ottawa: Lee Valley.

Potvin, Denise. 2003. *Mont-Tremblant au coeur des Laurentides*. Outremont: Trécarré.

Prévost-Lamarre, Cécile. 1941. *Par monts et par vaux à la suite du Roi du Nord*. Saint-Jérôme: Avenir du Nord.

VVAA. 2015. *Historica Canada. The Canadian Encyclopedia*. Toronto: McClelland & Stewart.

Weslager, C. A. 1969. *The log cabin in America: from pioneer to the present*. New Brunswick: Rutgers University Press.

Las torres de Bidebieta en San Sebastián (1962-1966). Un avance de altura para la construcción de la vivienda pública

Lauren Etxepare Igiñiz
Iñigo Lizundia Uranga
Maialen Sagarna Aranburu
Eneko Uranga Santamaría

El crecimiento demográfico, el desarrollo de los instrumentos de planeamiento y la investigación que en torno al tipo residencial fue llevada a cabo en el seno del colectivo de arquitectos, hicieron que a comienzos de los años 60 del siglo XX diera inicio en el País Vasco la vía arquitectónica basada en la vivienda en altura. Las 12 torres de Bidebieta, proyectadas por Luis Alustiza y construidas en San Sebastián a partir de 1964, reflejan, mejor que ningún otra promoción de la época, cómo la inviabilidad económica de un sistema convencional ante un nuevo tipo arquitectónico no necesariamente incompatible con él, obligó al empleo de un sistema estructural que ya venía empleándose en otros países avanzados, en los que innovación tipológica y progreso tecnológico evolucionaban estrechamente unidos.[1]

El crecimiento y las nuevas herramientas de planeamiento

En los años sesenta del siglo XX, como consecuencia de la fuerte inmigración y debido también al crecimiento vegetativo, el incremento de la población del País Vasco llegó a ser el doble que en décadas anteriores: si con anterioridad a 1950 la población experimentaba un crecimiento medio de un 15% por década, a partir de entonces la tasa llegó a duplicarse. La evolución demográfica del territorio de Gipuzkoa durante aquellos años apenas difiere de la del resto de territorios vascos: la población experimentó un incremento del 27% entre 1950 y 1960, y del 32% entre 1960 y 1970, alcanzando los 630.000 habitantes. Este fue el contexto en el que se construyeron las 12 torres residenciales del Polígono de Bidebieta, en San Sebastián, que supusieron un hito notable en el País Vasco de los años 60, no sólo desde el punto de vista tipológico, sino también desde el punto de vista estructural.

A mediados del siglo XX, ya fuera a nivel municipal como a escala territorial, la gestión urbanística vino a dotarse de herramientas urbanísticas más eficaces para el desarrollo del planeamiento. En lo que respecta a Gipuzkoa, fue la época del *Plan de Ordenación Territorial de Guipúzcoa* (1944), y de los Planes municipales como el Plan General de Ordenación de Tolosa (1954), el de Rentería (1955) y el de Eibar (1959); de aquella época es así mismo el primer Plan Nacional de Vivienda (1955), entre cuyos objetivos estaba el de construir 550.000 viviendas amparadas en la Ley de viviendas de Renta limitada. Más tarde, en 1959, el Gobierno aprobaba el Plan de Estabilización, que daría inicio a la era del desarrollismo; de su mano llegaría el Plan de Desarrollo, ejecutado entre 1964 y 1967, cuyo objetivo consistía en elevar al máximo la tasa de crecimiento del Producto interior Bruto.

Pero tan determinante como los diversos Planes fue la entrada en vigor de la Ley del Suelo de 1956, que implantaba un análisis integral del territorio mediante figuras de planeamiento de diversa escala: el Plan Provincial, el Plan General de Ordenación Ur-

bana, el Plan Parcial y los Proyectos de Urbanización (Moya 1994). Una de las herramientas novedosas que dispuso la Ley, habida cuenta de su competencia para convertir el suelo de reserva en suelo urbano, fue el Polígono, cuya creación constituía el primer paso para la construcción de futuros barrios. El Ayuntamiento, una vez seleccionadas una serie de parcelas diseminadas en la periferia del municipio, las agregaba conformando un polígono, unidad urbanística sobre la que se habrían de llevar a cabo los futuros trabajos de urbanización y edificación.

El desarrollo del Polígono correspondía a la figura denominada Plan Parcial, quien definía todas sus características urbanísticas: alineaciones, alturas, volumen y aprovechamientos, así como otras cuestiones referentes a los equipamientos (Vinuesa 1991). Esta figura resultó primordial a la hora de ensayar los nuevos tipos residenciales. Entre ellos adquirió un especial protagonismo el polígono compuesto de una serie de esbeltas torres, solución novedosa sobre la que recayó la misión de anunciar la inminente llegada del futuro. Consistía en una solución rentable, dado el aprovechamiento del suelo que generaba, gracias a la cual las clases medias pudieron acceder a una vivienda en propiedad, incluso en lugares de veraneo hasta la fecha destinados a las élites aristocráticas. Sirva como ejemplo la promoción de las 8 torres de Vista Alegre (1958), en Zarautz, proyectada por Luis Peña Ganchegui y Juan Manuel Encío Cortázar, a pesar de que tan sólo una de ellas resultara siendo construida.[2]

Aspectos constructivos de las primeras torres de viviendas de Gipuzkoa

Fue precisamente la de Vista Alegre, la primera torre construida en Gipuzkoa. Nunca antes en el territorio había sido construida una torre residencial, si bien el calificativo de torre, en este y otros casos, viniera dado no tanto por la altura que alcanzaban sino por las proporciones que adoptaban; al fin y al cabo, en ningún caso sobrepasaban los 15 pisos, siendo la altura media de unas once o doce plantas. A partir de entonces, durante aproximadamente 15 años, el polígono formado por un conjunto de torres residenciales se convirtió en una solución recurrente que fue llevada a cabo en muchos municipios del territorio. Del estudio de otras torres de aquella época, como la levantada por los mismos arquitectos en Mutriku,[3] o las cinco torres para la cooperativa de San Juan Bautista, en Tolosa[4] o las torres Urkizu de Eibar,[5] las del Polígono Rentería-Oyarzun,[6] o las del alto de Capuchinos en Rentería,[7] y a la vista de la pluralidad de soluciones en ellas empleadas a la hora de organizar las viviendas y las plantas tipo, se deduce que las primeras torres construidas en Gipuzkoa fueron resueltas con audacia y ambición en lo que a la solución tipológica y arquitectónica se refiere.

Dicha actitud pionera, sin embargo, no vino acompañada de significativos avances constructivos ni desarrollos tecnológicos relevantes; no al menos de igual magnitud. En lo que a los cerramientos y fachadas se refiere, todas ellas fueron construidas a base de soluciones convencionales, que consistían en la habitual doble hoja cerámica, apoyada entera o parcialmente en el borde de los forjados, carente de aislamiento en su interior por no haber entrado en vigor aún la NBE-CT-79, y en la cual eran insertadas una serie de ventanas con sencillas carpinterías de madera y vidrios simples (Lizundia 2011). No aportaron, por otra parte, significativos avances en lo relativo a las instalaciones y servicios: tendidos de instalación eléctrica convencionales, sistemas de saneamiento típicos, ventilación natural, calefacción basada en radiadores eléctricos, una absoluta indiferencia por la cuestión de los puentes térmicos y sólo cierta complejidad relativa al suministro de agua y a su impulsión hasta los últimos pisos. Tampoco suponían, desde el punto de vista conceptual o material, un avance en lo que a la estructura se refiere. Esta consistía generalmente en una superposición de forjados unidireccionales, sustentados sobre pórticos de hormigón armado y dotados a lo sumo de algún elemento rigidizador, como las pantallas de hormigón a las que Peña Ganchegui y Encío Cortazar recurrieron en sus primeras torres. No había, en suma, mayores avances estructurales, ya fuera en su vertiente material como en la conceptual o tipológica, y parece razonable pensar que la limitación común de todas estas torres, en lo que al número de pisos se refiere, y que incluso trascendió a los criterios de planeamiento, respondía no tanto a la impotencia del sistema estructural adoptado como a las limitaciones de las que los sistemas auxiliares necesarios para la construcción en altura adolecían en aquella época: andamios, grúas, elevadores, bombas de impulsión y montacargas.

Las torres de Bidebieta y su proyecto inicial

Las 12 torres del Polígono de Bidebieta de San Sebastián fueron promovidas por el Instituto Nacional de la Vivienda (INV), encargándose de la construcción la Organización Sindical del Hogar y la Arquitectura (OSHA).[8] El INV encomendó en 1961 a la Gerencia de Urbanización el proyecto de expropiación, plan parcial y proyecto de urbanización para la formación de un polígono en el término municipal de San Sebastián denominado Bidebieta, para ser destinado a la construcción de más de setecientas viviendas de protección oficial. Ultimada la gestión expropiatoria de todas las fincas integrantes de dicho polígono y formando todas ellas un solo cuerpo de bienes afecto al mismo fin urbanístico, fueron inscritas a favor del INV en el Registro de la Propiedad de San Sebastián.

A finales de 1963, el arquitecto donostiarra Luis Alustiza terminaba de redactar el Proyecto de 732 viviendas y 24 locales para garajes. El conjunto residencial se componía de doce torres, de las cuales 6 respondían al modelo C2b y otras 6 al C3b (figura 1). Las diferencias entre ambos modelos, no obstante, eran poco significativas: ambos, de 15 pisos de altura, adoptaban una planta en forma de aspa en cuya parte central, a modo de espina vertebral, se organizaban las escaleras y ascensores (figura 2). La planta tipo de cada uno de los modelos estaba cuidadosamente estudiada, desarrollando en su interior cuatro viviendas adecuadamente distribuidas, que junto con la del portero, sumaban 61 por cada una de las torres. Los bajos albergarían 24 locales, de los cuales la mitad serían destinados a garajes y la otra mitad a locales comerciales.



Figura 1
Fotografía de las torres de Bidebieta. (Fototeca Kutxa)

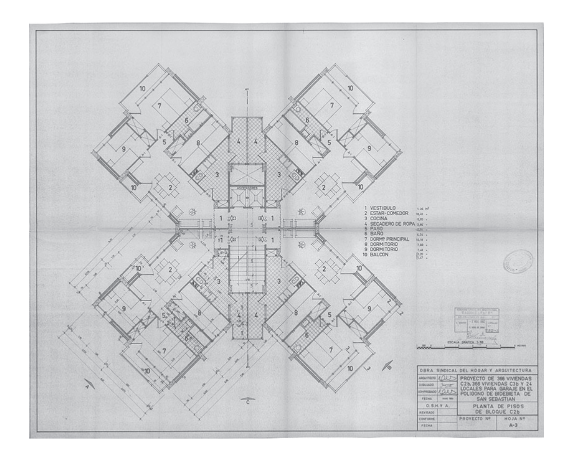


Figura 2
Planta tipo del modelo C2b extraída del proyecto original. (Archivo General del Gobierno Vasco)

Desde el punto de vista estructural, la memoria, el pliego y el presupuesto del proyecto de ejecución reflejan y describen una estructura en hormigón armado con forjados unidireccionales de vigueta realizada in situ, y un cierre de fachadas a realizar mediante dos tabicones de ladrillo hueco, acabado exteriormente con baldosa de cemento y material vítreo. Tanto el planteamiento estructural como la solución de las fachadas eran representativas de la concepción constructiva integral de las 12 torres: una concepción que no hacía más que reproducir los estándares constructivos establecidos en España a mediados de siglo, y que no aportaba ninguna mejora ni avance respecto a aquellos (Argiles 2000).

El hecho de que un avance tipológico tan evidente en el ámbito de la vivienda pública no hubiera venido acompañado de innovaciones tecnológicas de ningún tipo, es una evidente muestra de retraso, fácilmente contrastable mediante la observación de la edificación que durante aquellos años se estaba llevando a cabo en Francia, donde los arquitectos y la industria, auspiciados por el estado, decidieron ir de la mano para acometer de manera efectiva, rápida y novedosa, la reconstrucción del país, destruido durante la Segunda Guerra Mundial. En Bayona, sin ir más lejos, una ciudad situada al otro lado de la frontera y que dista no más de 50 km de San Sebastián, se estaba

construyendo en aquella época una *Zone a Urbaniser Prefèrement* con 3.500 viviendas públicas, para cuya construcción fueron empleados novedosos sistemas constructivos caracterizados por su alto grado de industrialización: estructura mediante encofrados-túnel, instalaciones empotradas en los elementos estructurales y cerramientos a base de paneles prefabricados de hormigón realizados in situ (Etxepare, Uranga y Zuazua-Guisasola 2015).

En San Sebastián, el concurso-subasta convocado a comienzos de 1964 con el fin de adjudicar los trabajos a una empresa constructora, quedó desierto por no haberse presentado ninguna propuesta viable desde el punto de vista económico. Ninguna empresa logró presentar una oferta en sintonía con el presupuesto del proyecto, siendo el aspecto estructural el factor que en mayor medida provocaba que las propuestas económicas se disparasen. Como consecuencia de ello, en abril de 1964, era convocado un segundo concurso que incrementaba el presupuesto de licitación un 20% respecto del concurso anterior. Ni siquiera así fue posible adjudicar los trabajos. A pesar de que conceptualmente la estructura no supusiera otra cosa que la superposición sistemática de una serie de forjados de hormigón, cuestiones ajenas al concepto y más vinculadas a la ejecución y a los medios auxiliares, como el sistema de apuntalamiento, la incidencia de los encofrados o el del suministro de hormigón y armaduras, hacían que ni siquiera incrementado la licitación en una quinta parte pudiera ninguna empresa realizar una oferta aceptable.

Así las cosas, la empresa Construcciones Ariazar S.A. elevaba un escrito al Jefe Nacional del Hogar y Arquitectura, haciendo una oferta y solicitando la adjudicación directa de dichas obras, y el 9 de Mayo de 1964, la Jefatura Nacional comunicaba a la Secretaría Técnica Provincial de San Sebastián que la OSHA había concertado con Ariazar S.A. la adjudicación directa de las obras, redactándose a tal efecto el correspondiente contrato de adjudicación. Construcciones Ariazar, S.A. proponía en su solicitud construir las torres con una estructura metálica, en lugar de hacerlo en hormigón armado, tal como figuraba en el proyecto inicial, sin que ello supusiera un aumento sensible en el presupuesto de adjudicación. En julio de 1964, el arquitecto responsable del proyecto, Luis Alustiza, remitía aliviado un escrito al Jefe Nacional de Hogar y Arquitectura, en el que hacía constar las razones por las cuales consideraba de sumo interés dicha modificación. Así, al cabo de unas semanas, el proyecto era objeto de reforma.

Aspectos estructurales del proyecto reformado

El nuevo proyecto incorporaba una serie de modificaciones respecto al proyecto ejecutivo. Dichas modificaciones, no obstante, eran relativas exclusivamente a la estructura de las torres, ya que de ninguna manera afectaban a otros elementos, como la cubierta o cerramientos, ni a las instalaciones o servicios. Fue modificada la estructura de las plantas altas, como consecuencia de la nueva propuesta, así como la concepción de los cimientos y de la base de las torres, dadas las recomendaciones del estudio geotécnico.

La base de las torres

El diseño y el concepto estructural de la base de las torres adquirían una importancia trascendental, dada la esbeltez que estas alcanzaban. La base fue resuelta con un sistema de muros y postes anclados al suelo mediante un conjunto de pilotes encepados. Los muros de hormigón armado de 40 cm de grosor, conformaban una planta baja en forma de cajón, que quedaba parcialmente enterrado por el exterior. Los postes de planta baja, en hormigón armado también, quedaban absorbidos dentro de los propios muros, o integrados en el espacio interior a estos (figura 3).

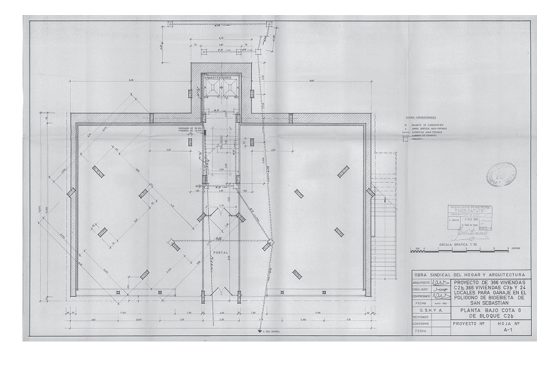


Figura 3
Planta de la base de las torres extraída del proyecto original. (Archivo General del Gobierno Vasco)

A pesar de que el proyecto inicial contemplara una cimentación superficial mediante zapatas arriostradas, el proyecto reformado impuso la construcción de un pilote de hormigón armado bajo cada uno de los postes, siguiendo las recomendaciones del estudio geotécnico y según los cálculos y diseño realizados por la empresa Rodio Cimentaciones Especiales S.A. (figura 4). Los pilotes fueron diseñados y calculados para transmitir las cargas por rozamiento, dado que la roca se encontraba a una profundidad superior a los 25 metros. Fueron empleados dos tipos de pilotes, de radio 630 mm y 1.000 mm, que en función de las cargas y de la superficie de contacto necesaria entre su fuste y la tierra, adoptaban una profundidad de 8, 11 o 13 m en el caso de los primeros, y de 16 o 22 m en el de aquellos más anchos. De manera simultánea fue llevada a cabo la instalación del sistema de toma de tierra, mediante el hincado de picas de cobre de 1 m de longitud y conexión de estas con la armadura de los encepados.

El sistema al que se recurrió para la construcción in situ de los pilotes consistió en el sistema Rodio, que derivaba a su vez del sistema Strauss; requería la perforación del suelo con una sonda, para introducir por rotación las camisas metálicas hasta llegar al nivel deseado. Posteriormente era extraída la tierra mediante cuchara mecánica, e introducida la armadura de acero para proceder al hormigonado; finalmente eran extraídos progresivamente los tubos y el hormigón era compactado por un sistema de aire comprimido (Davidian, Lassau 1972). El conjunto de pilotes quedaba rematado en su parte superior mediante una serie de encepados en hormigón armado. Estos eran individuales, con la excepción de aquellos que, por encontrarse muy cercanos entre sí, se ejecutaron mediante encepados combinados. De manera que los pilotes, encepados y muros de la planta baja conformaban una sólida base, convenientemente anclada en el terreno y suficientemente rígida, sobre la que habría de alzarse la estructura metálica, sometida no sólo a las cargas del edificio, sino también, y más condicionadamente, a la acción del viento (figura 5).

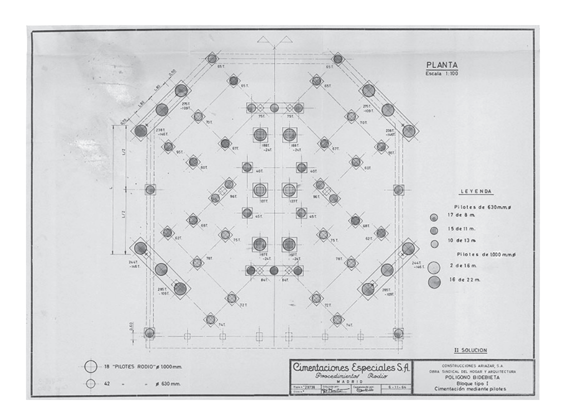


Figura 4
Planta y esquema de pilotes extraídos del proyecto reformado. (Archivo General del Gobierno Vasco)



Figura 5
Fotografía de la base de las torres en construcción. (Fototeca Kutxa)

La estructura del edificio

A partir de la planta baja, resuelta la base del edificio y garantizado su empotramiento en el terreno, el hormigón armado quedaba relegado a un papel secundario. Sobre el techo de la planta baja, construido en hormigón armado al igual que todos sus elementos inferiores, habría de arrancar una estructura en acero laminado, que respondía a un tipo que no había sido empleado hasta el momento en el País Vasco.

Fueron empleados tres tipos de piezas: perfiles UPN para los postes, perfiles IPN en los elementos horizontales sometidos a flexión, y perfiles LPN de diversos tamaños para los elementos de arriostramiento, que eran unidos a los postes mediante cartelas de 8 mm de espesor. Los perfiles habían sido laminados en Altos Hornos de Vizcaya (AHV), tal

como atestigua la marca AHV grabada en sus almas. A pesar de que AHV había dejado de producir perfiles a comienzos de los 60, quedaba aún un considerable stock en muchos almacenes, como Velasco, en Bilbao, o Comercial de Laminados, en Vitoria. Los almacenes supusieron un agente influyente en aquella época, ya que controlaban la distribución y los precios del acero laminado; generalmente cerraban un trato con el fabricante, adelantándole un capital y comercializando los perfiles con el máximo rendimiento económico.

Sobre el forjado de la planta primera y en continuidad con los postes de hormigón armado inferiores, fueron dispuestas las placas base, unidas mediante pernos de anclaje previamente insertados en el hormigón, que habrían de servir de amarre para los postes de acero (figura 6). Las placas eran cuadradas, y en su centro quedaban soldados los postes de acero laminado, realizados con dobles UPN soldadas a tope, formalizando un poste rectangular. Para dotar al arranque de la suficiente rigidez, placas y postes quedaron reforzados con cartelas de 12 mm cruzadas en ambas direcciones, todas ellas unidas mediante cordones de soldadura realizados por arco eléctrico y con electrodos revestidos. A partir de la planta primera fue levantado un armazón de perfiles de acero, en el que los postes ascendían en continuidad, disminuyendo su grosor en respuesta a la reducción de las cargas, y unidos sucesivamente mediante empalmes realizados 38 cm más arriba de la cara superior de las vigas (figura 7). Estos empalmes, al igual que el resto de las uniones, fueron realizados mediante soldadura; no consta el empleo de tornillos en ninguno de los elementos.

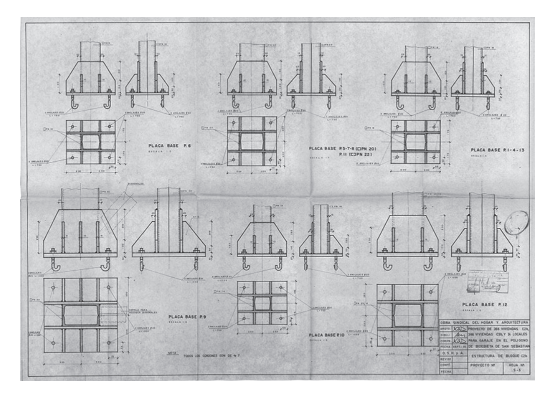


Figura 6
Plano de detalles de las placas base extraído del proyecto reformado. (Archivo General del Gobierno Vasco)

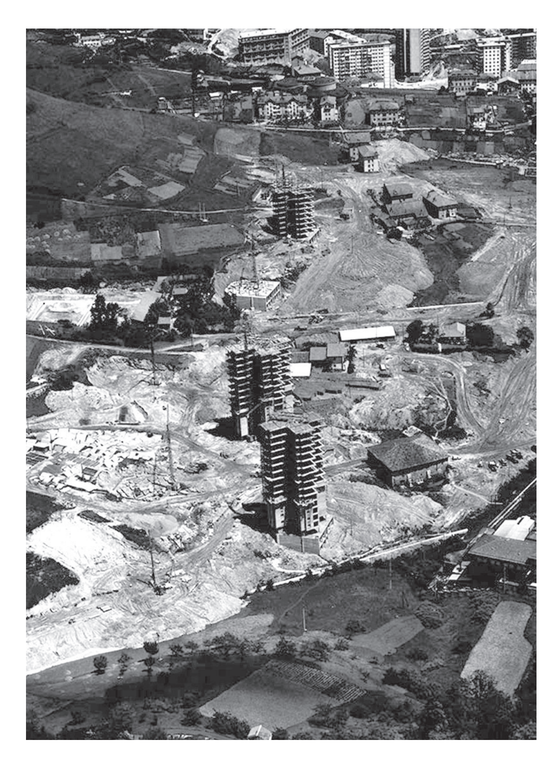


Figura 7
Fotografía de las torres en construcción. (fototeca Kutxa)

Por otro lado, en respuesta a la acción del viento y con el fin de absorber los momentos que esta habría de provocar en la estructura, fue insertado un sistema de riostras triangulares en el plano de los pórticos principales para garantizar la rigidez del sistema. La estructura, en lo que respecta al empuje del viento, actuaría como una viga en voladizo sometida a una carga repartida, de mayor intensidad en su extremo libre, de manera que las piezas de arriostramiento, en respuesta al momento flector máximo en la zona de empotramiento, son más gruesas en las plantas más bajas (figura 8).

Así mismo, los forjados, cuya misión era la de transmitir adecuadamente los empujes horizontales a la estructura vertical, debieron ser dotados de un carácter rígido. Como elemento resistente del forjado, fueron empleadas placas alveolares de hormigón pretensado, que habían comenzado a producirse pocos

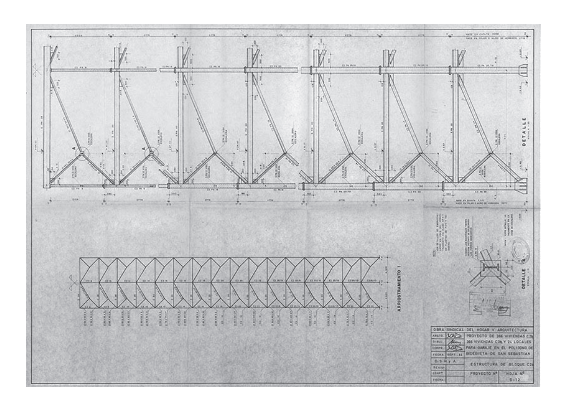


Figura 8
Plano de la estructura vertical de las torres extraído del proyecto reformado. (Archivo General del Gobierno Vasco)

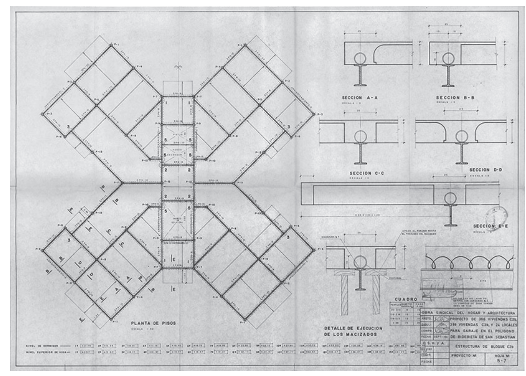


Figura 9
Planta de la estructura de pisos extraída del proyecto reformado. (Archivo General del Gobierno Vasco)

años antes en España (Burón, Fernández-Ordoñez 1997). Las placas quedaban apoyadas sobre las vigas de acero, y una posterior capa de compresión de 5 cm garantizaba el comportamiento solidario del forjado. Con el objeto de optimizar las vigas metálicas, estas fueron dotadas de una espiral de acero, unida mediante soldadura sobre el ala superior del perfil, cuya misión consistía en garantizar la unión y cooperación del perfil laminado y la masa superior en la que la espiral quedaba embebida (figura 9). Las vigas mixtas mediante conectores insertados en la masa del forjado habían comenzado a emplearse a partir de 1950 (Johnson 1994). Mediante este recurso, no sólo quedaban solidariamente unidos el perfil y el forjado, sino que adoptaban un carácter de vigas mixtas en hormigón y acero, optimizando el trabajo del hormigón y haciendo trabajar a tracción a las vigas. Estas fueron calculadas y concebidas como simplemente apoyadas, siguiéndose para su diseño y cálculo la Norma DIN 4039 relativa a vigas mixtas, así como datos obtenidos del libro *Composite-Construction in Steel and Concrete*.

El cálculo y diseño global de la estructura se atuvo además a la norma EM-62 del Instituto Eduardo Torroja. La instrucción, basada en gran parte en la normativa alemana de la época, se refería a las estructuras de acero en general, sin diferenciar si era para edificación o ingeniería civil. En ella se hace mención explícita a los aceros españoles utilizados y definidos en la antigua norma MV-102 (Benito, Carretero 2011).

Comentarios finales

Dado que la carestía de las primeras ofertas realizadas por las empresas contratistas se debía básicamente al capítulo relativo a la construcción de la estructura, la modificación del proyecto propuesta por la empresa Ariazar S.A. se limitó exclusivamente al aspecto estructural. La adopción del nuevo sistema estructural no trajo consigo una nueva relación con el resto de elementos constructivos, ni provocó la adecuación de determinados elementos. Ni siquiera hubo un beneficio compositivo o estético del hecho de emplear la estructura metálica, ya que postes y vigas quedaron encerrados en elementos de albañilería y techos suspendidos de escayola, con el fin de que la estructura metálica quedara protegida del fuego.

El haber levantado la totalidad de la estructura en hormigón hubiera requerido más material, así como una carga de trabajo superior y mayores plazos, como consecuencia de los trabajos de preparación, solape y grifado de armaduras, colocación de cientos de metros cuadrados de encofrado, apuntalado vertical y lateral, izado y vertido del hormigón, compactación, curado y desencofrado. La adopción de una estructura con un mayor grado de prefabricación, basada en perfiles laminados que tan sólo requerían ser izados y unidos mediante soldadura, y de las placas alveolares resistentes para la formación de los techos, dispuestas para ser apoyadas sin necesidad de que fueran apuntaladas, hizo que el presupuesto del capítulo se viera reducido en gran parte, no sólo por

el ahorro material, sino también por la reducción de los plazos.

Sin embargo, el proyecto reformado de Bidebieta apenas trascendió a los procedimientos que vinieron a emplearse mayoritariamente en el sector vasco de la edificación en los años inmediatamente posteriores. Sólo a partir de la crisis del petróleo (1974-78), comenzó a verse, aunque de manera incipiente, la incorporación de nuevos sistemas a la construcción de la vivienda colectiva, que tendían, en mayor o menor medida, a incorporar elementos prefabricados.

Notas

1. Los autores de esta comunicación quieren agradecer sinceramente a Miguel Echeverría, asesor externo del grupo CELSA, y a Ibon Telleria, profesor del Departamento de Arquitectura de la Universidad del País Vasco, por su ayuda a la hora de identificar la procedencia de los perfiles metálicos de la estructura analizada.
2. Proyecto de viviendas Residenciales en Vista Alegre, Zarautz (1958). Arquitectos: Peña Ganchegui, Luis; Encío Cortazar, Juan Manuel. Promotor: Luis Tomás. Archivo Municipal de Zarautz.
3. Proyecto de bloque de viviendas A y B en Motrico (1958). Arquitecto: Encío Cortazar, Juan Manuel. Promotor: Comisión pro damnificados de Motrico. Archivo de J.M. Encío Cortazar.
4. Proyecto para grupo de viviendas en Tolosa (1967). Arquitecto: Roca García, Armando. Promotor: Cooperativa de San Juan Bautista. Archivo Municipal de Tolosa.
5. Proyecto de 312 viviendas. 1ª fase 66 viviendas. Polígono 56, Eibar (1968). Arquitectos: Dominguez, Joaquín; Sobrini, Carlos; Peñalba, Javier. Promotor: Jesús Eguiguren y otros. Archivo Municipal de Eibar.
6. Torre de 40 viviendas en Oyarzun (1969). Arquitectos: Uranga, Juan José; Chinarro, Emilio. Promotor: Santiago Sáenz. Archivo Municipal de Oiartzun.
7. Proyecto para Construcción de Torre nº 9 en el Alto de Capuchinos (1970). Arquitecto: Llanos Goiburu, Félix; Promotor: Edicon S.A. Archivo Municipal de Errenteria.
8. Proyecto de 732 viviendas y 24 locales para garajes en el Polígono de Bidebieta de San Sebastián (1964). Arquitecto: Alustiza Garagalza, Luis. Promotor: Obra Sindical del Hogar y Arquitectura. Archivo General Vasco. Gobierno Vasco. Vitoria-Gasteiz.

Lista de referencias

Adell Argilés, José María. 2000. *Arquitectura sin fisuras*. Madrid: Munilla-Llería.

Benito Olmeda, Jesús Luis; Carretero Pérez, Justo. 2011. *Principios básicos de estructuras metálicas*. Madrid: Visión Libros.

Burón Maestro, Manuel; Fernández-Ordoñez Hernández, David. 1997. «Evolución de la prefabricación para la edificación en España. Medio siglo de experiencia». En *Informes de la construcción*, 448: 19-33.

Candela, Celestino. 1994. «Soporte normativo del planeamiento urbanístico en España». En *La Práctica del Planeamiento Urbanístico*, editado por Luis Moya González. Madrid: Síntesis.

Chapman, J. C. 1964. *Composite construction in steel and concrete–the behaviour of composite beams*. Michigan: The Structural Engineer.

Davidian, Zaven; Lassau, Pierre. 1969. *Pieux et fondations sur pieux*. Paris: Eyrolles.

Etxepare, Lauren; E. Uranga y N. Zuazua-Guisasola. 2015. «Marcel Breuer and Jean Barets in Bayonne (1964-68): the use of architectural precast concrete panels in large public housing schemes». *International Journal of the Construction History Society*, 30: 109-126.

Johnson, R.P. 1994. *Composite structures of steel and concrete*. London: Blacwell Scientific Publications.

Lizundia, Iñigo. 2011. «La construcción de la fachada en los bloques de vivienda colectiva del Desarrollismo (1960-75) en Gipuzkoa: una herencia muy cara». En *Actas del Séptimo Congreso Nacional de Historia de la Construcción,* editado por Santiago Huerta, 721-731. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Sagarna, Maialen; L. Etxepare, I. Lizundia y E. Uranga. 2015. «The impossibility of a linear reading of the evolution of the reinforced concrete. The case of Spain (1896-1973)». En *Structural Repair and Maintenance of Historical Buildings XIV*, editado por C.A. Brebbia. Wessex Institute of Technology, UK.

Vinuesa Angulo, Julio y M. J. Vidal Domínguez 1991. *Los procesos de Urbanización*. Madrid: Síntesis.

Zellner, Wilhelm. 1988. «Recent designs of composite bridges and a new type of shear connectors». En *Composite construction in Steel and Concrete*, editado por C. Dale Buckner y Ivan M. Viest. New York: American Society of Civil Engineers.


ISBN 978-84-9728-548-3
9 788497 285483